COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE DE GAUTHIER-VILLARS, QUAI DES AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME QUATRE-VINGT-DIX-NEUVIÈME

JUILLET — DÉCEMBRE 1884.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS, IMPRIMEUR-LIBRAIRE

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

SUCCESSEUR DE MALLET-BACHELIER,

Quai des Augustins, 55.

1884

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 JUILLET 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Remarques relatives à la Note de M.* Berthot *sur les actions mutuelles entre les molécules des corps;* par M. DE SAINT-VENANT.

« La formule (*Comptes rendus* du 30 juin 1884, p. 1570)

$$F(x) = Kmm' \frac{d - x}{x^3}, \tag{1}$$

par laquelle M. Berthot représente l'action *répulsive*, devenant attractive en passant du positif au négatif quand $x > d$, qui est supposée s'exercer entre deux molécules m, m' à une distance x l'une de l'autre, K étant une constante et d la distance d'équilibre stable, a beaucoup d'analogie avec celle

$$f(r) = 4p\left(\frac{r_0^2}{r^2} - \frac{r_0^4}{r^4}\right), \tag{2}$$

indiquée incidemment par moi, en 1878, dans une courte note du milieu d'un *Mémoire sur la constitution des atomes*, que M. Berthot n'a pas dû con-

naître, car cet écrit ne figure que dans un Recueil belge (*Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, année 1877-78, p. 453), et où r, r_0 sont (au lieu de x, d) la distance moléculaire et sa valeur d'équilibre, $f(r)$ désignant l'action *attractive* qui devient répulsive si $r < r_0$, et p sa plus grande valeur positive ou attractive, répondant à $r = r_0\sqrt{2}$, distance au delà de laquelle cette force décroît en tendant vers sa valeur newtonienne, relative aux distances perceptibles.

» C'est Poisson qui, après avoir aperçu que sa formule monôme de 1828, à exponentielles, ne pouvait donner que des forces d'un seul sens, reconnut bientôt, sur une observation de Navier, qu'il fallait absolument représenter l'action moléculaire par une *différence de deux termes* tout au moins (pages 6 et 15 de son grand Mémoire du 12 octobre 1829, au XXe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*). Or c'est une condition que les deux formules ci-dessus remplissent.

» Poncelet a exprimé la même chose graphiquement (*Introduction à la Mécanique industrielle*, 1839, n° 225 et *fig.* 45), ou par la différence des ordonnées, répondant à une même abscisse r, de deux courbes ayant l'une et l'autre pour asymptotes l'axe des distances r et l'axe des forces. Mais il suppose que ces deux courbes doivent se couper deux fois : or il est aisé de reconnaître, et je crois l'avoir montré déjà dans l'édition annotée de 1864 des *Leçons de Navier*, à l'Appendice III, § 16, p. 543, ainsi qu'à l'Appendice V, § 73, p. 739, et aussi à une Note du 3 janvier 1876 (*Comptes rendus*, p. 33-39), qu'une seule intersection suffit; car, en construisant, comme a fait Poncelet, une troisième courbe (analogue à celle de M. Berthot) avec les différences de leurs ordonnées, elle coupe l'axe des abscisses r au point $r = r_0$ de nullité d'action, aux environs duquel elle tourne sa concavité vers l'axe des abscisses, ce par quoi j'explique (même Note de 1876) les dilatations d'ensemble, généralement produites par les vibrations calorifiques; puis elle offre un point d'inflexion pouvant expliquer une particularité relative aux environs de la température de liquéfaction, etc.

» M. Berthot, comme on peut voir, va plus loin en fait d'explications des divers phénomènes naturels par sa formule simple (1), qu'il appliqua même, comme l'a tenté Poisson, à des files rectilignes de molécules.

» Ces sortes d'expressions et de courbes, que Boscowich a été le premier à proposer (mais en multipliant trop les intersections avec l'axe des distances), représentent-elles bien les actions telles qu'elles sont et s'exercent? Cela est peu probable. M. Berthot lui-même, tout en faisant

preuve d'habileté analytique, ne présente la sienne que comme purement empirique; et il y aura longtemps là-dessus bien des choses ignorées, de la connaissance desquelles, heureusement, on se passe aujourd'hui dans l'établissement des formules de l'élasticité, de l'hydraulique interne et même de l'électricité, chose encore plus mystérieuse dans son essence. Mais, en attendant, les recherches et conjectures du genre de celles qui ont ainsi occupé Poisson, Poncelet, et M. Berthot, après Newton (*Optique*), Gourn Knigt (cité par Robison pour les répulsions introduites), peuvent être toujours bonnes à poursuivre comme capables de fournir des possibilités d'explications et quelques aperçus utiles. »

THERMOCHIMIE. — *Sur l'absorption du chlore par le charbon et sur sa combinaison avec l'hydrogène;* par MM. **Berthelot** et **Guntz.**

« M. Melsens, lors de son dernier séjour à Paris, appela notre attention sur une formation d'acide chlorhydrique, *accompagnée d'absorption de chaleur,* qu'il avait eu occasion d'observer. C'était en saturant au moyen du chlore gazeux le charbon de bois purifié, puis en faisant agir sur le système l'hydrogène gazeux, condition dans laquelle il se forme immédiatement de l'acide chlorhydrique. Or, circonstance paradoxale, cette combinaison est accompagnée d'un refroidissement. Nous avons répété cette expérience dans le calorimètre, en en analysant soigneusement les conditions : celles-ci donnent, comme on va le voir, l'explication de l'anomalie.

» Mesurons d'abord la chaleur dégagée par l'absorption initiale du chlore.

» Nous avons commencé par préparer du carbone pur, afin d'éliminer toute réaction chimique étrangère au phénomène principal; puis nous l'avons placé dans un vase de verre cylindrique, muni d'un serpentin, le tout disposé dans un calorimètre. Nous avons trouvé, toute réduction faite, que la chaleur dégagée pendant l'absorption de $35^{gr},5$ de chlore par le carbone employé s'élevait (deux expériences) à $+6^{Cal},78$; soit, pour Cl^2 : $13^{Cal},57$.

» Cette valeur est à peu près double des chaleurs de vaporisation du brome et de l'iode liquides, chaleurs qui ne doivent pas beaucoup différer de celle du chlore. La condensation du chlore par le charbon dégagerait donc beaucoup plus de chaleur que sa liquéfaction, résultat conforme d'ailleurs à ce qui arrive pour les autres gaz.

» Cependant le chiffre 6,78 demeure fort au-dessous de la chaleur de

formation du gaz chlorhydrique (+ 22,0). Ce n'est donc pas par la condensation préalable du chlore sur le charbon que l'on peut expliquer le froid observé dans l'expérience de M. Melsens.

» Pour nous en rendre compte, nous avons répété celle-ci dans le calorimètre, en mesurant la chaleur mise en jeu et en faisant l'analyse des gaz dégagés.

» Si l'on dirige de l'hydrogène pur et sec sur le charbon chargé de chlore, il se produit de l'acide chlorhydrique; quoique la production en soit plus lente que les fumées épaisses produites par les gaz rejetés au dehors porteraient à le croire. En même temps, il se produit un abaissement de température, conformément aux indications de M. Melsens. Mais l'analyse des gaz indique la raison de cette anomalie. En effet, ces gaz ne sont pas constitués uniquement par l'acide chlorhydrique pur ou mêlé d'hydrogène; mais ils renferment aussi une dose considérable de chlore, vaporisé à la faveur des deux autres gaz : c'est la vaporisation de ce gaz qui produit une absorption de chaleur, supérieure au dégagement résultant de la formation de l'acide chlorhydrique.

» En fait, nous avons trouvé dans une de nos expériences, par l'analyse complète des produits, que pour un volume de chlore combiné à l'hydrogène il y avait 7 volumes du premier gaz vaporisés, tant dans l'acide chlorhydrique formé que dans l'hydrogène excédant.

» Or la combinaison de 1 équivalent de chlore condensé sur le charbon a dû dégager : $+22,0-6,8=+15^{\text{Cal}},2$.

» La vaporisation de 7 équivalents a dû absorber :

$$-47,6.$$

» La résultante des deux effets est

$$-47,6+15,2=-32^{\text{Cal}},4;$$

chiffre qui s'accorde avec ceux des expériences.

» En résumé, dans cette réaction, comme dans toutes les réactions endothermiques, l'absorption de chaleur résulte non de l'action chimique proprement dite, mais de l'intervention d'une énergie étrangère et même, dans le cas présent, indépendante de l'action proprement dite : nous voulons dire la vaporisation simultanée du chlore condensé sur le charbon. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet de mer intérieure africaine.* Note de M. DE LESSEPS.

« Dans la dernière séance de l'Académie, M. Cosson, parlant du projet de mer intérieure africaine, s'est exprimé ainsi :

« Devant l'évidence des faits, M. Roudaire a renoncé, il est vrai, à l'hypothèse par laquelle il considérait les grands chotts de la Tunisie et de la province de Constantine comme représentant la baie de Triton des anciens. Mais, malgré les conclusions défavorables formulées par la Commission supérieure pour l'examen du projet de mer intérieure, et malgré les objections faites par les hommes les plus compétents aux projets qu'il a successivement présentés, il persiste à vouloir, par un canal, mettre en communication la Méditerranée et le chott Melghir.

» Je demande à l'Académie d'autoriser l'insertion aux *Comptes rendus* de l'extrait suivant d'une lettre que je viens de recevoir de M. Letourneux. »

» M. Cosson, en donnant lecture de cette lettre, accentue particulièrement le dernier paragraphe, ainsi conçu :

« Il y va de l'honneur du gouvernement, non seulement de ne pas protéger l'exécution d'un projet qui serait une cause de ruine et de destruction complète pour le Belad-el-Djerid et le Souf, mais d'en défendre la mise en train.

» Il est bien entendu que je ne crois pas à la possibilité d'exécution dans les conditions préconisées par M. Roudaire... »

» Je répondrai à M. Cosson :

» 1° Que M. le lieutenant-colonel Roudaire n'a nullement abandonné la théorie de l'identité du bassin des chotts et de la baie de Triton. Tout récemment encore j'ai déposé sur le bureau de l'Académie une étude qu'il vient de publier et dans laquelle il établit que la thèse de M. Rouire est en désaccord formel avec les textes des auteurs anciens. Mais l'Académie des Sciences ayant déjà examiné la question de la mer intérieure et s'étant prononcée favorablement ([1]), M. Roudaire n'a pas cru devoir abuser de ses instants, en discutant devant elle un problème de Géographie historique qui rentrerait plutôt dans les attributions de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres.

» 2° Que la Commission nommée par M. de Freycinet n'a nullement désapprouvé le projet du colonel Roudaire, et qu'elle a au contraire démontré ses avantages. Les conclusions proposées par M. Rousseau ont été

([1]) Voir les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, séances des 7 et 21 mai 1877.

de ne pas encourager l'entreprise, mais la Commission a été bien loin de vouloir s'y opposer, du moment où elle serait formée par des particuliers agissant à leurs risques et périls, et ne demandant ni subvention ni garantie d'intérêt.

» Depuis lors des entrepreneurs de travaux publics, avec lequels j'ai étudié les lieux, ont formé un groupe qui commencerait par construire un port à l'embouchure de l'Oued-Melah, travail dont l'importance n'a pas besoin d'être démontrée, puisque la côte africaine n'offre aucun abri certain de Tunis à Tripoli, sur une étendue d'environ 700^{km}.

» Je suis en mesure d'affirmer que M. le Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères, a l'intention de réunir la Commission supérieure, afin qu'elle ait à expliquer si, en conseillant au Gouvernement de ne pas encourager l'entreprise, elle a eu l'intention de l'engager à s'opposer à son exécution.

» Or je suis autorisé à déclarer que telle n'a pas été l'opinion de M. Rousseau en proposant la formule qui a été adoptée, et à laquelle je m'étais rallié, conformément à ma pensée de laisser l'exécution de l'entreprise en dehors du concours financier du Gouvernement.

» En terminant, je demande la permission de faire quelques observations au sujet d'un passage de la lettre lue par M. Cosson. L'auteur de ce document craint que le canal creusé dans les collines qui séparent le chott Djerid du chot Rharsa n'ait pour résultat de détruire les sources qui alimentent les oasis de Nefta et de Tozeur. La question a été étudiée par la Commission de 1882. MM. Milne Edwards, le général Favé, Tissot, ont pris part à la discussion. Il a été reconnu que ces sources, dont la température est assez élevée, étaient très profondes et que la couche imperméable d'argile où elles reposent ne serait pas atteinte par le canal. Les sondages que M. Roudaire a fait exécuter depuis cette époque au seuil de Tozeur, et que j'ai vus fonctionner, ont complètement justifié les prévisions. D'ailleurs, ainsi que M. Favé l'a fait remarquer, on aurait toujours la ressource de rendre le canal étanche sur les points où cela serait nécessaire. Dans tous les cas, les sondages ont prouvé que, dans toute la partie du canal située dans le chott Djerid, on n'atteindrait pas, à beaucoup près, le fond de la couche d'argile sur laquelle reposent les eaux salées. Ce sont donc ces eaux seules qui seront drainées par le canal, et il n'y a qu'à s'en féliciter. Quant au Souf et au Nefzaoua, ils ne peuvent que gagner à l'exécution du projet. »

HYGIÈNE. — *Sur l'épidémie cholérique;* par M. **E. Cosson.**

« L'épidémie cholérique de Toulon et de Marseille, bien qu'elle offre les caractères du choléra asiatique, est heureusement loin de présenter la gravité de plusieurs des épidémies antérieures; elle a, dit M. Brouardel, une physionomie spéciale et une bénignité relative. Les germes de la maladie semblent, en raison de l'éloignement des lieux d'où ils ont été importés, avoir perdu de leur intensité et de leur transmissibilité. On peut, à ce point de vue, les comparer aux virus atténués par M. Pasteur et dont il a fait de si admirables applications.

» Les conditions dans lesquelles se produit l'invasion cholérique permettent d'espérer que les mesures prises par l'Administration enrayeront le développement du fléau. L'établissement de salles de désinfection pour les voyageurs, leurs bagages et les marchandises provenant des lieux contaminés, tant dans les gares de départ que dans les gares d'arrivée, aura, sans doute, une efficacité à laquelle contribuera la mise en pratique de l'Instruction adoptée par le Comité d'hygiène publique sur les précautions à prendre par les individus à l'état de santé ou en cas de maladie et sur celles à prescrire par les autorités municipales.

» L'importance des mesures prophylactiques, dont maintenant personne ne peut contester tous les avantages, est démontrée d'une manière péremptoire par une remarquable publication du regretté docteur E.-I. Dukerley [*Notice sur les mesures de préservation prises à Batna* (*Algérie*) *pendant le choléra de* 1867 *et sur leurs résultats*, Paris, 1868, avec une Carte]. Dans ce Mémoire, l'auteur expose, avec détail, les mesures de préservation appliquées à Batna pendant le choléra qui a sévi en Algérie en 1867.

» Le 14 juillet, la présence du choléra était constatée dans la subdivision de Batna; du 19 au 21 juillet, 25 décès cholériques se produisaient dans la seule tribu des Ouled Amor (Hodna). Le 15 juillet, le choléra avait fait, à Biskra, une première victime, et dès le 18, 66 personnes avaient succombé, tant à l'ambulance qu'en ville et dans les villages de l'oasis.

» Le 24 juillet, M. le général Arnaudeau, alors colonel commandant la subdivision de Batna, pour éviter la contagion, organisa à Ksour, sous des tentes isolées, un établissement de quarantaine pour les voyageurs venant de Biskra et des régions limitrophes; en même temps, il créa 18 postes de surveillance, disposés, autour de Batna, en deux lignes concentriques fermées pour interdire l'entrée de la ville à toutes les personnes venant

des pays contaminés. Le territoire protégé par ce double cordon sanitaire, pris dans son ensemble, affectait la forme d'un ovale irrégulier dont le grand axe, sensiblement formé par une section de la route de Constantine à Biskra, était dirigé du nord-est au sud-ouest. Sa longueur de Ksour à Oum-el-Asnam était d'environ 44^{km}. L'autre axe, d'Aïn-Chellala à Nza-Sdira était d'environ 20^{km}. C'était donc, en tenant compte des irrégularités de ce périmètre, une aire de près de 800 kilomètres carrés, circonscrite par le cordon sanitaire.

» Le nombre des habitants du territoire protégé était, en territoire civil de 6937, en territoire militaire de 3152, soit au total 10089, dont 5243 indigènes. Dans ce vaste périmètre, 11 cas de choléra seulement se sont produits du 24 juillet à la fin de l'épidémie (20-30 octobre), et sur ces 11 cas, 7 seulement n'avaient pas été importés du dehors.

» Pendant près de deux mois, Batna et ses annexes sont restés investis (1), et pendant tout le temps que ce système d'isolement a été appliqué, des mesures analogues furent ordonnées dans les tribus arabes limitrophes. A partir de l'établissement des cordons sanitaires il ne s'est produit aucun cas de choléra, ni parmi les habitants de Batna, ni dans les campements arabes du territoire civil.

» Tandis que les Arabes dont les campements étaient établis dans la zone protégée ont été ainsi épargnés par le fléau, le chiffre des décès indigènes dans l'ensemble du cercle de Batna, d'après les renseignements réunis par M. Dukerley, s'élevait à plus de 3000 pour une population totale de 108229 habitants. — Dans la commune de Sétif, dont l'altitude et les conditions climatériques se rapprochent de celles de Batna, du 23 juillet au 29 septembre, le chiffre des décès cholériques a été de 211 pour une population de 11510 habitants, soit une mortalité de 1,80 pour 100. — En 1867, le nombre des décès cholériques musulmans a été dans l'ensemble des territoires civils de l'Algérie, sur une population de 199571 âmes, de 6521, soit de 3,26 pour 100. Daus la province d'Alger, le chiffre de la mortalité a atteint jusqu'à 4,90 pour 100.

» L'établissement d'un cordon sanitaire a eu, pour le territoire protégé

(1) Le 20 novembre seulement, on supprima le poste de Nza-Sdira, dont le maintien avait été motivé par la persistance du choléra dans quelques villages de l'Aurès dépendant du caïdat de l'Oued-Abdi. Cependant, à la fin de septembre, pour ne pas priver plus longtemps les habitants de Batna des raisins et des autres produits de l'Aurès, on a délivré pour venir au marché des laissez-passer individuels à quelques gens des villages reconnus absolument indemnes.

de Batna, entouré de toutes parts par des populations atteintes par le fléau, une efficacité absolument comparable à celle d'une quarantaine maritime. Ce fait, sur lequel j'ai cru devoir appeler l'attention de l'Académie, démontre toute l'importance des mesures d'isolement et de désinfection pour éviter la propagation directe de la maladie ainsi que la force d'expansion qu'elle peut acquérir sur les points où l'agglomération des malades constituerait de véritables centres infectieux. »

ALGÈBRE. — *Sur les équations monothétiques*; par M. SYLVESTER.

« Dans une Note précédente sur une extension de la loi de Harriot, j'ai eu occasion de considérer les équations dites *monothétiques* dont tous les coefficients sont des fonctions d'une seule matrice. Or il y a une circonstance très intéressante et importante relative aux équations de cette forme qu'il est essentiel de faire connaître; car, à défaut d'une telle explication, le lecteur de la Note citée pourrait facilement être induit dans une erreur très grave. Voici en quoi consiste l'addition à faire.

» Supposons que tous les coefficients d'une équation donnée soient des fonctions d'une seule matrice m. En appelant x l'inconnue, on peut résoudre l'équation en regardant x comme fonction de m, et l'on trouvera ainsi n^ω racines, en supposant que n soit le degré de l'équation et ω l'ordre de m. Ces racines seront parfaitement déterminées : mais on n'a nullement le droit de supposer qu'il n'y a pas d'autres racines qui ne sont pas des fonctions de m, qu'on peut nommer racines *aberrantes*, et un exemple, des plus simples qu'on puisse imaginer, suffira à démontrer que de telles racines, en effet, existent; je me servirai, pour cet objet, de l'équation en quaternions (ou matrices binaires) $x^2 - px = 0$.

» En effet, on connaît déjà, *a priori*, la possibilité de l'existence des racines aberrantes, car l'équation en matrices $x^n + q = 0$, quand q est une matrice *scalar* $\left(\text{comme si, par exemple, } q = \begin{Bmatrix} q & 0 & 1 \\ 0 & q & 0 \\ 0 & 0 & q \end{Bmatrix}\right)$, possède, on le sait, bien des racines qui ne sont pas scalars et conséquemment ne sont pas des fonctions de q, et, de plus, ces racines contiennent des constantes *arbitraires*. Comme on va le voir, c'est aussi le cas pour l'équation $x^2 - px = 0$, qui possède une seule constante.

» Si l'on veut trouver ses racines normales (ou non aberrantes), on n'a qu'à résoudre cette équation comme une équation ordinaire, et l'on trouve

ainsi

$$x = \tfrac{1}{2}(p + \sqrt{p^2}).$$

En nommant r et s les racines latentes de p, on obtient par ma formule d'interpolation (pour ainsi dire), récemment citée par M. Weyr,

$$x = \frac{1}{2}\left(p \pm \frac{p-s}{r-s}r \pm \frac{p-r}{s-r}s\right),$$

c'est-à-dire $x = 0$, p, $\frac{r(p-s)}{r-s}$, $\frac{s(p-r)}{s-r}$, et il n'y a pas d'autres racines de ce caractère. Mais sortons de cette restriction arbitraire (produit de la paresse de l'esprit humain, qui se fatigue enfin en voyant sans cesse se reproduire des horizons nouveaux et inattendus), et posons hardiment

$$x = \begin{matrix}\alpha & \beta \\ \gamma & \delta\end{matrix}, \quad p = \begin{matrix}a & b \\ c & d\end{matrix},$$

où α, β, γ, δ sont les quantités à déterminer.

» Puisqu'on fait abstraction des solutions $x = 0$, $x = p$, on sent, en vertu de la *troisième loi du mouvement algébrique*, que x et $x - p$ auront chacun un degré de nullité (car leur produit possède deux degrés); ainsi, si $\alpha + \delta = 0$, on aura

$$x^2 = 0,$$

donc aussi

$$px = 0,$$

et p sera aussi une matrice vide, c'est-à-dire qu'on aura

$$ad - bc = 0.$$

» La solution pour ce cas (dont, dans ce qui suit, je veux faire abstraction) sera

$$x = \lambda \begin{Bmatrix} ac & -a^2 \\ a^2 & -ac \end{Bmatrix},$$

λ étant arbitraire.

» Dans tout autre cas, en égalant la raison du second au troisième membre de x^2 avec la même pour px, on trouve sans difficulté que x sera de la forme

$$\begin{matrix} -\lambda(d-r) & \lambda b \\ \mu c & -\mu(a-r) \end{matrix}$$

où r et s sont les racines latentes de p, c'est-à-dire les racines de l'équation

$$r^2 - (a + d)r + ad - bc = 0.$$

» Alors, en calculant x^2 et px, et en les égalant terme à terme, on obtient les quatre équations suivantes :

$$\begin{aligned}
&\lambda(d-r)^2 + \mu bc = bc - a(d-r),\\
&b[\lambda(d-r) + \mu(a-r)] = -br,\\
&c[\lambda(d-r) + \mu(a-r)] = -cr,\\
&\lambda bc + \mu(a-r)^2 = bc - d(a-r).
\end{aligned}$$

» En écartant le cas spécial pour lequel $b = 0$ et $c = 0$, on voit (et c'est M. Franklin, de Baltimore, qui le premier s'est aperçu de cette conclusion capitale) que toutes ces équations seront satisfaites avec la seule supposition

$$\lambda(d-r) + \mu(a-r) + r = 0,$$

de sorte qu'une constante reste parfaitement libre dans la solution aberrante de l'équation $x^2 - px = 0$.

» Dans le cas où $p = \begin{matrix} a & 0 \\ 0 & d \end{matrix}$ on trouvera facilement les deux solutions déterminées

$$x = \begin{matrix} a & 0 \\ 0 & 0 \end{matrix} \quad \text{et} \quad x = \begin{matrix} 0 & 0 \\ 0 & d \end{matrix}.$$

» Dans ses *Lectures sur les quaternions*, Hamilton n'a pas mis le doigt sur les cas véritablement singuliers des équations quadratiques unilatérales. La condition de singularité, c'est-à-dire de la présence de l'un ou de l'autre des cas où une ou plusieurs des trois paires de racines de l'équation $px^2 + qx + r = 0$ disparaissent ou deviennent indéterminées (c'est-à-dire affectées de constantes arbitraires), peut se résumer dans la seule équation $I = 0$, où I est l'invariant quartique ternaire quadratique (en u, v, w) qui exprime le déterminant d'une matrice $up + vq + wr$. »

Par suite de la proposition faite par M. **Dupuy de Lome** dans la séance du 23 juin et renvoyée par l'Académie à l'examen de la Section de Géographie et Navigation, la Section de Géographie et Navigation, après en avoir délibéré, propose à l'Académie de prendre la décision suivante :

« L'Académie charge la Section de Géographie et Navigation du soin

permanent de rechercher et classer des plans et documents écrits, à l'effet de constituer dans les Archives de l'Académie une collection faisant suite à celle déjà créée par notre confrère l'amiral Pâris, sur le matériel naval de diverses parties du monde.

» Elle sera intitulée : *Collection de documents historiques sur le matériel naval, de guerre, de commerce et de plaisance des divers pays.*

» La Section de Géographie et Navigation aura à présenter chaque année à l'Académie un relevé de documents nouveaux ajoutés à cette collection dans le courant de l'année. »

M. l'amiral **Paris**, à la suite de la Communication précédente, invite les membres de l'Académie à visiter la nouvelle galerie qu'il a ouverte au Louvre, dans le Musée de la Marine. Il se tiendra à la disposition de ses Confrères le mardi 15 juillet.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, pour la Section de Chimie, en remplacement de feu M. *Wurtz*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 56,

M. Troost obtient.	50	suffrages
M. Schützenberger »	4	»
M. Grimaux »	1	»
M. Jungfleisch »	1	»

M. **Troost**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Mémoire sur la composition chimique et la valeur alimentaire des diverses parties du grain de froment.* Mémoire de M. **Aimé Girard**. (Extrait par l'auteur.)

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

« Les grains des céréales, et les grains du froment surtout, ont été l'objet de recherches nombreuses. Malgré tout cependant, c'est une ques-

tion débattue, aujourd'hui encore, que celle de la meilleure appropriation de ces grains à l'alimentation humaine. Pour les uns, le grain entier y doit concourir; pour d'autres, certaines parties en doivent être rejetées.

» Ces divergences d'opinion m'ont engagé, il y a plusieurs années déjà, à reprendre l'étude de la composition chimique et de la valeur alimentaire du grain de froment considéré non dans son entier, comme l'a fait d'une manière si complète M. Peligot en 1850, mais dans ses diverses parties.

» Envisagé au point de vue de la mouture, le grain doit être divisé en trois parties principales : l'enveloppe, le germe et l'amande farineuse. La séparation quantitative de ces trois parties est chose difficile. Je l'ai obtenue cependant à l'aide de tours de main que je décris dans mon Mémoire, et qui, appliqués à des blés très différents, m'ont permis de reconnaître que le grain du froment doit, en moyenne, être considéré comme formé de :

» Enveloppe, 14,36 pour 100; germe, 1,43; amande farineuse, 84,21.

» La structure anatomique de l'enveloppe, esquissée par Payen, établie par M. Trécul, est, aujourd'hui, bien connue, et l'on sait qu'il y faut distinguer, d'une part les trois membranes du péricarpe, d'une autre les trois téguments propres à la graine : testa, endoplèvre et tégument séminal.

» Soumise à l'analyse dans son entier, cette enveloppe se montre riche en matières azotées, grasses et minérales. D'après mes recherches, la proportion de matières azotées s'y élève à 18,75 pour 100, celle des matières grasses à 5,60 pour 100, celle des matières minérales à 4,68 pour 100.

» C'est d'une façon tout inégale, d'ailleurs, que ces matières se répartissent entre les divers téguments. L'emploi sous le microscope des réactifs habituels, l'analyse immédiate de l'enveloppe entière, l'analyse enfin des membranes successivement séparées les unes des autres, m'ont permis d'établir que c'est dans le tégument séminal qu'il faut aller chercher le principal gisement des matières azotées, grasses et minérales. On voit ces matières se répartir de la façon suivante entre les divers téguments :

» *Péricarpe*, 31,00 pour 100 comprenant : ligneux non azoté, 27,94; matières azotées, 2,41 ; matières minérales, 0,65.

» *Testa*, 7,69 pour 100 comprenant : matières non azotées, 5,98; matières azotées, 1,25; matières minérales, 0,46.

» *Endoplèvre et tégument séminal réunis*, 61,31 pour 100 comprenant : matières cellulosiques, 36,73; matières azotées, 15,32; matières grasses, 5,60; matières minérales, 3,66.

» Des nombres qui précèdent, comme aussi des propriétés spéciales à chacune de ces parties de l'enveloppe, il résulte aussitôt que de la valeur

alimentaire du péricarpe et du testa, il n'y a pas lieu de se préoccuper sérieusement, mais qu'il convient, au contraire, de donner la plus grande attention à l'endoplèvre et au tégument séminal. Introduits dans le compost alimentaire, en effet, ceux-ci lui apporteraient une quantité de matières azotées qui ne serait pas moindre que 2 pour 100 du poids du grain.

» Cependant les travaux présentés à l'Académie par Mège-Mouriès de 1853 à 1860 ne semblent guère militer en faveur de cette introduction. De ces travaux il résulte que dans les cellules du tégument séminal, gît un ferment singulier : la céréaline, qui, au cours de la panification, agissant à la fois sur le gluten et l'amidon, détermine, même avec des farines blanches, la production de pains bis, c'est-à-dire colorés, gras, indigestes et aisément altérables. A l'aide d'artifices ingénieux, Mège-Mouriès a cherché à atténuer l'effet de ce ferment, de manière à conserver à l'homme une quantité importante de matières azotées, qu'il croyait assimilable pour nos organes.

» C'est à une conclusion toute différente que m'a conduit la démonstration certaine de la non-digestibilité pour l'homme de ces matières azotées.

» Pour établir ce fait capital, laissant de côté les essais insuffisants de Poggiale et de M. Rathay, j'ai pensé qu'il était nécessaire de recourir à une expérience directe et quantitative de digestion par l'homme de l'enveloppe du grain. Cette expérience, je l'ai faite l'an dernier, et c'est moi-même que j'ai pris comme sujet. En pleine santé, m'astreignant à l'emploi d'aliments liquides ou en poudre fine, mais substantiels, après avoir pris, ainsi que je l'indique dans mon Mémoire, toutes les précautions pour qu'aucune confusion ne fût possible, j'ai ingéré un poids de $5^{gr},693$ d'enveloppes entières préalablement lavées et séchées et formant un volume de 75^{cc} environ. Pendant cinq jours, à la suite de cette ingestion, les matières excrétées ont été soigneusement tamisées, et j'ai ainsi recueilli un poids d'enveloppes entières et inaltérées égal à $5^{gr},191$.

» La proportion de matières digérées n'a donc pu, au maximum, dépasser 6,7 pour 100. Si, d'ailleurs, on analyse ces enveloppes, si aux 0,73 pour 100 de matières azotées, aux 3,37 pour 100 de matières minérales qu'elles ont perdues, on joint les matières de même sorte qui, solubles dans l'eau, en avaient été éliminées avant la mise en expérience, on arrive à reconnaître qu'en somme, l'enveloppe du grain de froment, en traversant l'appareil digestif de l'homme, ne saurait lui apporter comme produits utiles qu'une quantité de matières azotées et de matières minérales représentant chacune 4 à 5 millièmes du poids du grain. C'est là, en vérité un gain bien modeste, et lorsqu'on songe que ce gain il le faut payer

par la transformation de la farine blanche en pain bis, on peut se croire autorisé à le repousser et à conclure que l'enveloppe du grain de froment doit être rejetée des produits de mouture destinés à la panification.

» Le germe ne représente que 1,43 pour 100 du poids du grain ; son introduction dans le compost alimentaire ne saurait donc, en aucun cas, avoir la même importance que celle de l'enveloppe.

» La composition du germe en fait cependant un produit remarquable ; elle correspond, en moyenne, aux nombres suivants :

» *Eau*, 11,55 pour 100.

» *Matières solubles*, 46,22 pour 100 comprenant : matières azotées, 19,75; matières non azotées, 22,25; matières minérales 4,50.

» *Matières insolubles*, 42,23 pour 100 comprenant : matières grasses, 12,50; matières azotées, 19,32; matières cellulosiques, 9,61; matières minérales, 0,80.

» La richesse du germe en matières azotées (42,5 pour 100) et en matières grasses (12,50 pour 100), le fait reconnu par M. Lucas de la localisation dans le germe de l'essence odorante qui communique aux farines leur bouquet en feraient certainement un produit utile si, parmi les matières azotées solubles qu'il contient ne figurait, en grande quantité, et peut-être à côté de la diastase, la céréaline qui fait le pain bis, si à l'huile qu'on y rencontre n'appartenait la propriété de rancir avec une grande rapidité.

» Le germe, surtout étant donné son faible apport, doit être, comme l'enveloppe, rejeté des produits destinés à la panification.

» Quant à l'amande farineuse, on la sait entièrement digestible; elle doit y être admise tout entière.

» En résumé, l'introduction de l'enveloppe et du germe du grain dans les farines panifiables n'a qu'une utilité insignifiante et s'accompagne d'inconvénients graves. C'est donc à éliminer ces produits autant que le lui permettent les moyens mécaniques dont elle dispose, et à réserver pour l'alimentation humaine l'amande farineuse seule, que doit tendre aujourd'hui la meunerie. »

ANATOMIE. — *Nouvelles recherches sur la structure du cerveau et l'agencement des fibres blanches de la substance cérébrale.* Note de M. **J. Luys.**

(Renvoi à la Section de Médecine et de Chirurgie.)

« Les recherches que je présente en ce moment à l'Académie sont les résultats de l'emploi de méthodes nouvelles de durcissement de la substance

cérébrale, immergée successivement dans des bains de bichromate de potasse, d'acide phénique et d'alcool méthylique. L'emploi de ces différents agents donne à la substance cérébrale une consistance particulière en vertu de laquelle on peut isoler nettement les uns des autres les différents paquets de fibres nerveuses qui les constituent et les disséquer par une sorte de clivage naturel. Les fibres cérébrales se laissent ainsi isoler aussi nettement que si elles étaient des fibres ligneuses. Ces nouveaux procédés de préparation anatomique m'ont amené à formuler les conclusions suivantes au sujet de l'agencement général des fibres du cerveau :

» L'ensemble des fibres blanches centrales se réduit à trois systèmes d'éléments fibrillaires :

» 1° Un premier système est représenté par une catégorie nettement isolée des fibres blanches qu'en raison de leur direction on peut appeler *système des fibres commissurantes.*

» Les unes relient entre elles les portions homologues de chaque lobe cérébral. Elles sont curvilignes, leurs extrémités plongent dans les régions grises symétriques de chaque lobe et leurs portions médianes restent libres. Ce sont les portions médianes juxtaposées de toutes ces fibres curvilignes qui constituent le corps calleux.

» Les autres, appartenant exclusivement à un lobe cérébral, relient les diverses régions de ce lobe. Elles solidarisent ainsi entre eux différents territoires de l'écorce. Parmi ces fibres il faut citer la circonvolution calloso-marginale, qui est effectivement une grande commissure antéro-postérieure; et ce groupe spécial de fibres arciformes que l'on voit en dehors du corps strié et qui unit les unes avec les autres les régions antérieures et les régions postérieures du même lobe.

» 2° Un deuxième système, qu'en raison de ses connexions on pourrait appeler *système de fibres cortico-thalamiques,* est constitué par tout un ensemble d'éléments rayonnés qui relie les différents territoires de l'écorce à la couche optique.

» Ces fibres, que l'on peut nettement disséquer, depuis leur origine dans l'écorce jusqu'à leur point d'aboutissement central, offrent toutes une direction nettement convergente. Elles se groupent au pourtour de la couche optique, comme les rayons d'une roue autour du moyeu.

» Les postérieures se dirigent d'arrière en avant (fibres de Kölliker); les supérieures, de haut en bas (fibres de la couronne de Reil). Les antérieures, qui viennent des régions correspondantes de l'écorce, affectent

une direction antéro-postérieure. Elles plongent, pour arriver à leur centre de convergence, directement à travers la substance grise du corps strié, qu'elles divisent ainsi en deux segments. Ce sont ces fibres cortico-thalamiques antérieures, disposées en fascicules stratifiés, que l'on décrit journellement sous la dénomination impropre de *capsule interne*.

» Cet ensemble de fibres blanches, une fois qu'elles ont abordé leur centre d'aboutissement, se disposent en filaments grisâtres et vont directement se perdre, les unes dans les noyaux isolés de la couche optique, les autres dans la *substance grise centrale* qui tapisse les parois du troisième ventricule.

» 3° Le troisième système de fibres blanches cérébrales, insuffisamment décrit jusqu'ici, est constitué par une série de fibres blanches, ayant leurs origines communes avec les précédentes au sein des différentes régions grises de l'écorce, et allant se disperser dans la masse du corps strié et celle des noyaux sous-optiques.

» En raison de ses connexions, ce système spécial des fibres blanches pourrait être justement dénommé *système des fibres cortico-striées*.

» Les fibres qui le constituent ont toutes une direction nettement convergente. Les postérieures se dirigent directement d'arrière en avant, les supérieures de haut en bas, les antérieures d'avant en arrière. Elles arrivent ainsi par ce mouvement d'ensemble à se grouper comme les branches d'un éventail en dehors du corps strié qu'elles emboitent sous le nom de *capsule externe*. Une portion d'entre elles constitue les plis convergents de l'insula.

» Au point de vue de la terminaison de ce système de fibres dans les régions centrales, ce groupe spécial de fibres offre un grand intérêt.

» Tandis qu'une portion d'entre elles va se perdre dans les différents noyaux de la masse même du corps strié, une autre portion, poursuivant son trajet convergent, va plus profondément et s'épuise successivement en se perdant dans les différents noyaux gris centraux étagés de haut en bas, depuis les noyaux rouges de Stilling jusqu'aux noyaux gris des olives bulbaires (régions sous-thalamiques).

» Il résulte de cette disposition remarquable des fibres blanches cérébrales, laquelle jusqu'ici n'a pas frappé l'attention des anatomistes, que les différents territoires de l'écorce sont, non seulement reliés aux noyaux centraux opto-striés, mais encore à toute cette série de petits centres gris, des régions de l'isthme, de la protubérance et du bulbe qui constituent pour elles une série de petits centres d'aboutissement avec lesquels elles se

trouvent en relations directes. La sphère de rayonnement de ces territoires de l'écorce est donc ainsi beaucoup plus étendue qu'on ne le suppose généralement.

» Ce groupe spécial de fibres descendantes pourrait être appelé *groupe des fibres cortico-sous-thalamiques*. Ce sont elles qui sont communément décrites en partie sous les dénominations de *fibres de l'expansion pédonculaire*.

» La preuve que cet ordre de fibres descendantes est bien d'origine cérébrale, c'est que sa masse dans la série des vertébrés est proportionnelle à la masse même des hémisphères cérébraux, et non pas à celle de la moelle épinière; c'est chez l'homme qu'il atteint son maximum de masse.

» Quant au rôle physiologique de chacun de ces systèmes de fibres blanches, il peut être conçu de la façon suivante :

» On peut dire que ces fibres transversales ou commissuantes peuvent être considérées comme servant à l'unité d'action des régions homologues de chacun des deux lobes cérébraux.

» Les fibres cortico-thalamiques peuvent être considérées comme les voies de diffusion dans une direction centrifuge, des différents ordres d'incitations sensorielles irradiées des noyaux gris thalamiques, vers les différents territoires de l'écorce.

» Les fibres cortico-striées, au contraire, peuvent être considérées comme destinées à ramener vers les régions motrices centrales (le corps strié) les incitations à direction centripète conçues dans les différents territoires psycho-moteurs de l'écorce. Ces deux systèmes solidarisés se complètent ainsi et constituent un couple sensitivo-moteur.

» Quant au groupe des fibres cortico-sous-thalamiques, son rôle physiologique est encore aussi peu connu que celui des noyaux centraux dans lesquels ses fibres vont se répartir. »

MÉMOIRES PRESENTÉS.

MM. **Demeaux**, **Gagnage**, **Moreau**, **F. Rojic**, **Sandras** soumettent au jugement de l'Académie diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du Prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur des développements qui se rapportent à la distance de deux points et sur quelques propriétés des fonctions sphériques.* Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« On connaît le beau résultat de Laplace appelé par M. Heine *Théorème d'addition des fonctions sphériques :* soit Z_n ce que devient le polynôme $X_n(\cos\theta)$ de Legendre quand on remplace $\cos\theta$ par

$$\cos\theta\cos\theta' + \sin\theta\sin\theta'\cos(\pi' - \pi);$$

on a

$$Z_n = X_n X'_n + \frac{2}{n(n+1)}\frac{dX_n}{dx}\frac{dX'_n}{dx'}\sin\theta\sin\theta'\cos(\pi'-\pi) + \frac{2}{(n-1)n(n+1)}\frac{d^2X_n}{dx^2}\frac{d^2X'_n}{dx'^2}\sin^2\theta\sin^2\theta'\cos 2(\pi'-\pi) + \ldots,$$

où $x = \cos\theta$ et $x' = \cos\theta'$; ce développement a été étudié en particulier par Jacobi dans un Mémoire célèbre. Je me propose dans cette Note de construire directement des développements de la distance de deux points de la forme ci-dessus, ou même plus généralement des développements où les cosinus des multiples de $(\pi' - \pi)$ seraient remplacés par des polynômes $P_n[\cos(\pi' - \pi)]$, vérifiant une relation récurrente telle que

$$\cos(\pi' - \pi) P_n = b_n P_{n-1} + c_n P_{n+1}.$$

» Une remarque bien simple conduit à généraliser ainsi la formule de Laplace : si l'on voulait la vérifier, il est facile de voir qu'il suffirait de démontrer l'identité

$$\frac{\partial Z_n}{\partial\theta}[-\sin\theta'\cos\theta + \cos\theta'\sin\theta\cos(\pi'-\pi)] - \frac{\partial Z_n}{\partial\theta'}[-\sin\theta\cos\theta' + \cos\theta\sin\theta'\cos(\pi'-\pi)] = 0,$$

en représentant par Z_n le développement du second membre, et, pour cela, on n'a qu'à ordonner le résultat suivant les cosinus des multiples de $\pi' - \pi$ et à constater que les coefficients composés avec les dérivées de X_n et X'_n sont identiquement nuls; dès lors on peut, en appliquant le même procédé, remplacer les cosinus des multiples par les fonctions P_n.

» Soit maintenant Y un des développements considérés $Y = \Sigma Y_n P_n$, ou

$$Y = A_0 XX' + A_1 \frac{dX}{dx}\frac{dX'}{dx'}\sin\theta\sin\theta' P_1 + A_2 \frac{d^2X}{dx^2}\frac{d^2X'}{dx'^2}\sin^2\theta\sin^2\theta' P_2 + \ldots;$$

le problème consiste à déterminer les fonctions X et X' associées aux quantités P, ainsi que les coefficients numériques A. D'après ce qui précède, on égale à zéro le coefficient de P_n dans l'expression

$$\begin{aligned}&\frac{\partial Y}{\partial\theta}[-\sin\theta'\cos\theta + \cos\theta'\sin\theta\cos(\pi'-\pi)]\\ &-\frac{\partial Y}{\partial\theta'}[-\sin\theta\cos\theta' + \sin\theta'\cos\theta\cos(\pi'-\pi)],\end{aligned}$$

ordonnée suivant P_0, P_1, P_2, ...

» On a

$$\begin{aligned}\frac{\partial Y_n}{\partial\theta} &= -A_n \frac{d^{n+1}X}{dx^{n+1}}\frac{d^nX'}{dx'^n}\sin^{n+1}\theta\sin^n\theta' + nA_n\frac{d^nX}{dx^n}\frac{d^nX'}{dx'^n}\sin^{n-1}\theta\cos\theta\sin^n\theta',\\ \frac{\partial Y_n}{\partial\theta'} &= -A_n \frac{d^nX}{dx^n}\frac{d^{n+1}X'}{dx'^{n+1}}\sin^n\theta\sin^{n+1}\theta' + nA_n\frac{d^nX}{dx^n}\frac{d^nX'}{dx'^n}\sin^n\theta\sin^{n-1}\theta'\cos\theta',\end{aligned}$$

et la condition mentionnée, c'est-à-dire

$$\begin{aligned}&\frac{\partial Y_n}{\partial\theta'}\sin\theta\cos\theta' - \frac{\partial Y_n}{\partial\theta}\cos\theta\sin\theta'\\ &\quad + b_{n+1}\left(\frac{\partial Y_{n+1}}{\partial\theta}\sin\theta\cos\theta' - \frac{\partial Y_{n+1}}{\partial\theta'}\cos\theta\sin\theta'\right)\\ &\quad + c_{n-1}\left(\frac{\partial Y_{n-1}}{\partial\theta}\sin\theta\cos\theta' - \frac{\partial Y_{n-1}}{\partial\theta'}\cos\theta\sin\theta'\right) = 0,\end{aligned}$$

conduit à la suivante :

$$\begin{aligned}&A_n\sin^{n+1}\theta\cos\theta\sin^{n+1}\theta'(n+1,n)\\ &\quad - nA_n\sin^{n-1}\theta\cos^2\theta\sin^{n+1}\theta'(n,n)\\ &\quad - b_{n+1}A_{n+1}\sin^{n+3}\theta\sin^{n+1}\theta'\cos\theta'(n+2,n+1)\\ &\qquad - c_{n-1}A_{n-1}\sin^{n+1}\theta\sin^{n-1}\theta'\cos\theta'(n,n-1) = 0,\end{aligned}$$

en posant, pour abréger l'écriture,

$$f(\theta,\theta')\frac{d^iX}{dx^i}\frac{d^jX'}{dx'^j} - f(\theta',\theta)\frac{d^jX}{dx^j}\frac{d^iX'}{dx'^i} = f(\theta,\theta')(i,j).$$

» Si les P vérifient la relation récurrente des cosinus d'arcs multiples, la condition ci-dessus devra devenir une identité en tenant compte des relations entre les dérivées de X et X'; on va supposer généralement, en

désignant par g et h des constantes, que X vérifie l'équation linéaire du second ordre

$$(x^2-1)\frac{d^2X}{dx^2}+gx\frac{dX}{dx}+hX=0;$$

on aura, en différentiant n fois par rapport à x,

$$\sin^2\theta\frac{d^{n+2}X}{dx^{n+2}}-(g+2n)\cos\theta\frac{d^{n+1}X}{dx^{n+1}}-[h+ng+n(n-1)]\frac{d^nX}{dx^n}=0$$

et de même

$$\sin^2\theta'\frac{d^{n+2}X'}{dx'^{n+2}}-(g+2n)\cos\theta'\frac{d^{n+1}X'}{dx'^{n+1}}-[h+ng+n(n-1)]\frac{d^nX'}{dx'^n}=0;$$

de là, en combinant ces deux équations,

$$\begin{aligned}&\sin^{n+3}\theta\sin^{n+1}\theta'\cos\theta'(n+2,n+1)\\&\quad=[h+ng+n(n-1)]\sin^{n+1}\theta\sin^{n+1}\theta'\cos\theta'(n,n+1);\end{aligned}$$

d'une manière analogue, en prenant les deux équations différentielles obtenues en différentiant $n-1$ fois,

$$\begin{aligned}&\sin^{n+1}\theta\cos\theta\sin^{n+1}\theta'(n+1,n)\\&\quad-[g+2(n-1)]\sin^{n-1}\theta\cos^2\theta\sin^{n+1}\theta'(n,n)\\&\quad-[h+(n-1)g+(n-1)(n-2)]\sin^{n-1}\theta\cos\theta\sin^{n+1}\theta'(n-1,n)=0.\end{aligned}$$

» En substituant dans la condition trouvée la valeur précédente de

$$\sin^{n+3}\theta\sin^{n+1}\theta'\cos\theta'(n+2,n+1),$$

et comparant à la dernière équation écrite, on voit qu'elles seront compatibles en supposant

$$\begin{aligned}\frac{A_n+b_{n+1}A_{n+1}[h+ng+n(n-1)]}{1}&=\frac{nA_n}{g+2(n-1)}\\&=\frac{-c_{n-1}A_{n-1}}{h+(n-1)g+(n-1)(n-2)},\end{aligned}$$

c'est-à-dire lorsque la condition, simple et remarquable,

$$\frac{(g+2n)[g+2(n-1)]}{g+n-2}=\frac{n+1}{c_nb_{n+1}}$$

sera remplie, et alors les coefficients A se déduiront de

$$\frac{A_{n+1}}{A_n}=-\frac{g+n-2}{b_{n+1}[g+2(n-1)][h+ng+n(n-1)]}.$$

» Le résultat précédent contient, comme on devait s'y attendre, tout ce qui est relatif à l'addition des fonctions sphériques en général (voir l'Ouvrage de M. Heine, *Handbuch der Kugelfunktionen*). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions holomorphes de genre quelconque.* Note de M. E. **Cesaro**, présentée par M. Hermite.

« Considérons une fonction holomorphe, du genre ω, à facteur exponentiel constant et n'admettant que des racines réelles $a_1, a_2, a_3, \ldots$ différentes de zéro. On sait que les racines de la fonction dérivée sont données par l'équation

$$z^{\omega}\sum_n \frac{1}{a_n^{\omega}(z-a_n)} = 0,$$

qu'il est permis d'écrire ainsi

$$z^{\omega+1}\sum_n \frac{1}{a_n^{\omega+1}(z-a_n)} = z^{\omega}\sum_n \frac{1}{a_n^{\omega+1}};$$

car, par la définition du genre, la série du second membre est convergente. Appelons $2\mu+1$ celui des nombres ω, $\omega+1$, qui est impair. Si l'on fait abstraction de 2μ racines nulles, l'équation dérivée peut toujours être mise sous la forme

$$c+\sum_n \frac{z}{a_n^{2\mu+1}(z-a_n)} = 0,$$

c étant une constante réelle. En remplaçant z par $x+iy$, on obtient

$$c+\sum_n \frac{x(x-a_n)+y^2}{a_n^{2\mu+1}[(x-a_n)^2+y^2]} - iy\sum_n \frac{1}{a_n^{2\mu}[(x-a_n)^2+y^2]} = 0.$$

» La seconde somme étant positive, on doit avoir $y=0$. Ainsi, *la fonction dérivée a toutes ses racines réelles*. D'après cela, la dernière équation devient

$$c+\sum_n \frac{x}{a_n^{\mu+1}(x-a_n)} = 0.$$

» Lorsque x croît d'une racine à la racine suivante, le premier membre varie de $+\infty$ à $-\infty$, en décroissant constamment, car sa dérivée est négative. *Entre deux racines consécutives de la fonction considérée, il existe donc*

une racine de la dérivée et une seule. De là on déduit aussi, immédiatement, que *la fonction et sa dérivée appartiennent au même genre.* Ces théorèmes seront généralisés dans un article qui va paraître dans le *Journal de Battaglini.* »

M. **Hermite** ajoute la remarque suivante à la suite de la Communication de M. Cesaro :

« L'équation $\sum \frac{A_n}{x - a_n} = 0$, où les quantités a_n sont réelles et rangées par ordre de grandeur, a, comme on sait, toutes ses racines réelles et comprises entre a_n et a_{n+1}, lorsque les numérateurs A_n sont de même signe. La démonstration que M. Cesaro a donnée de son beau théorème m'a fait remarquer qu'il en est de même lorsque ce sont les produits $A_n a_n$ qui ont le même signe. Effectivement on peut écrire, après avoir multiplié par n,

$$\sum \frac{A_n x}{x - a_n} = \sum \frac{A_n(x - a_n) + A_n a_n}{x - a_n},$$

de sorte que l'équation proposée prend la forme

$$\sum \frac{A_n a_n}{x - a_n} = -\Sigma A_n.$$

» En complétant ainsi la proposition de Félix Chiò, on en conclut le théorème de M. Cesaro, puisque les quantités $A_n = \frac{1}{a_n^\omega}$ ou les produits $A_n a_n = \frac{1}{a_n^{\omega-1}}$ seront tous positifs suivant que l'exposant ω sera pair ou impair. »

GÉODÉSIE. — *Sur la détermination des longitudes dans la région du Caucase.* Lettre de M. le général **Stebnitski** à M. Faye.

« Dans ma Lettre qui a été insérée dans les *Comptes rendus*, t. XCVII, n° 8, j'avais communiqué les résultats obtenus, en comparant les amplitudes des arcs géodésiques et astronomiques, prenant en considération la déviation de la verticale due à l'attraction des masses extérieures du Caucase.

» La communication actuelle a pour objet de fournir quelques résultats, obtenus en comparant les mêmes éléments relatifs aux longitudes.

» La détermination des longitudes, à l'aide des télégraphes, a été poursuivie sur une vaste étendue de la Russie, dans le cours des vingt dernières années. Le travail fut accompli en grande partie par les géodésistes de l'État-Major général.

» En prenant pour point de départ l'observatoire de Poulkova, les déterminations télégraphiques furent étendues à l'ouest, par Varsovie, jusqu'à Vienne, où elles vinrent se relier au réseau général des longitudes de l'Europe, et au nord-ouest, à travers la Finlande, jusqu'à Stockholm. Au sud, elles furent continuées jusqu'à Odessa et Constantinople [1], et, à l'est, à travers toute la Sibérie jusqu'aux embouchures de l'Amour et Wladiwostow. La détermination du temps, dans les observations en question, se faisait avec des instruments de passage, qui avaient les dimensions suivantes : diamètre de l'objectif, $68^{mm},07$; distance focale, $787^{mm},4$; agrandissement, 100 (à peu près).

» Le passage des étoiles s'observait dans le plan vertical de l'étoile polaire et était réduit d'après la méthode proposée par le savant astronome de Poulkova, M. Döllen (*Die Zeitbestimmung vermittelst des tragbaren Durchgangs-Instrumentes im Verticale des Polarsternes,* von W. Döllen, 1874).

» La détermination des longitudes ayant été continuée jusqu'à Rostoff (bouches du Don) où vient aboutir le réseau trigonométrique du Caucase qui s'y relie à celui de la Russie du Sud, il était naturel d'entreprendre aussi ce travail au Caucase. Cette nouvelle tâche fut accomplie en 1882 et 1883 par les géodésistes de la section caucasienne des topographes militaires, le colonel Koulberg et le lieutenant-colonel Gladyscheff. D'après ces déterminations, les différences en longitude entre Rostof et Tiflis sont :

(1)	Différence astronomique....	$0^h 20^m 19^s,758 \pm 0^s,027 = 5°4'56'',37$
(2)	Différence géodésique......	» $5°4'45'',61$

» La différence entre les longitudes astronomiques et géodésiques est donc de $10'',76$.

(1) La différence en longitude d'Odessa et Constantinople fut déterminée à l'aide du télégraphe, par moi et par l'astronome de l'observatoire d'Odessa, M. Bloch, en 1879 (*Astron. Nachr.*, t. XCVIII, n° 2349).

Pendant le séjour que je fis à Téhéran, où je pus observer avec succès le passage de Vénus, je déterminai, conjointement avec le directeur de l'observatoire de Berlin, M. Förster, à l'aide du télégraphe indo-européen, la différence en longitude de Berlin et de Téhéran, et avec le sous-directeur de l'observatoire de Poulkova, M. Wagner, celle des longitudes de Téhéran et d'Erivan. Cette dernière ville est un des points de la triangulation transcaucasienne (*Astron. Nachr.*, t. LXXXVIII, n° 2013).

» Dans mon Mémoire sur la déviation du fil à plomb due à l'attraction des massifs montagneux du Caucase, inséré dans les publications de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg (1870), l'écart de la verticale à Tiflis a lieu vers l'ouest, et atteint 8″,98. Cette déviation vers l'ouest augmente d'autant la longitude à l'est du premier méridien. Introduisant la correction, on obtient pour la différence astronomique des longitudes de Rostof et de Tiflis :

(3) $5°4'56'',37 - 8'',78$ .... $5°4'47'',39$

ce qui réduit la différence des amplitudes géodésique et astronomique à $1'',78 = 0^s,119$.

» Les deux géodésistes déjà cités déterminèrent la différence en longitude de Tiflis et de Bakow à l'aide du télégraphe.

(4) Différence astronomique... $0^h 20^m 10^s,511 \pm 0^s,018 = 5°2'37'',66$
(5) Différence géodésique .... $5°2'40'',25$

» La déviation du fil à plomb à Bakow, déterminée par moi, est de 9″,79 vers l'ouest.

» Appliquant les corrections pour les déviations à Tiflis et à Bakow, c'est-à-dire ajoutant $-9'',74 + 8'',98 = -0'',76$ à la valeur de (4), on obtient, pour la vraie valeur de la différence des longitudes astronomiques,

(6) $5°2'36'',90$

ce qui porte la différence des amplitudes géodésiques et astronomiques à

$3'',35.$

» Dans les deux cas que nous venons d'examiner, la prise en considération de la déviation du fil à plomb, due à l'attraction des masses externes, permet donc d'obtenir des résultats géodésiques plus exacts.

» En 1883, le colonel Koulberg détermina, à l'aide du pendule à réversion de Repsold, la longueur du pendule à secondes dans les localités suivantes de la Transcausasie :

Villes.	Latitude.	Longitude à l'est de Paris.	Altitude.	Longueurs du pendule à secondes, en millimètres, réduites au niveau de la mer: en se servant des trois termes pour la correction.	en se servant des premier et troisième termes.
Schemascha.	40°37′45″	46°18′20″	679m,8	993,0536	993,1332
Bakow.....	40°22′ 0″	47°30′ 9″	6m,6	993,0070	993,0070

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique des dissolutions aqueuses très étendues* [1]. Note de M. E. BOUTY, présentée par M. Jamin.

« Les sels neutres en dissolution étendue forment, au point de vue de leur conductibilité électrique, un groupe absolument à part. J'ai étudié les dissolutions aqueuses de substances organiques appartenant aux groupes les plus variés :

Alcool éthylique, Glycérine, Érythrite, Phénol;	Glucose, Sucre candi;	Aldéhyde éthylique, Acétone;	Éther ordinaire, Dichlorhydrine,
	Acétamide, Urée;	Albumine.	

» Toutes ces substances conduisent fort mal. Quelques-unes n'augmentent pas sensiblement la conductibilité de l'eau distillée commerciale, même à la dose de $\frac{1}{200}$ (érythrite, sucres, glycérine); celles qui conduisent le mieux résistent encore cinquante à deux cents fois plus que des sels neutres de même équivalent; peut-être ne doivent-elles cette conductibilité rudimentaire qu'à des traces d'acides et de sels (aldéhyde, acétamide).

» Il était particulièrement intéressant d'étudier les alcalis et les acides. Voici les conclusions auxquelles j'ai été conduit :

» *Un alcali ou un acide anhydre n'est pas conducteur; un alcali ou un acide hydraté conduit à la manière des sels.* Mais un même alcali ou un même acide forme généralement avec l'eau plusieurs combinaisons définies. Il en résulte que la nature de l'électrolyte est susceptible de changer avec la dilution et avec la température : la conductibilité éprouve des variations correspondantes. Telles sont les propositions que j'essayerai d'établir.

» 1° *Alcalis.* — Les alcalis organiques (aniline, toluidine) en dissolution dans l'eau conduisent six cents à huit cents fois plus mal que des sels. L'ammoniaque, qui ne forme pas avec l'eau de combinaison définie, conduit cent dix fois plus mal qu'un sel de même équivalent.

» Au contraire, la potasse, la soude, la lithine, la baryte, la chaux,

---

(1) Voir *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 140, 365, 737 et 908; 21 janvier, 11 février, 31 mars et 7 avril 1884.

l'oxyde de thallium en dissolution aqueuse conduisent bien. Pour la potasse, par exemple, on connaît les hydrates définis KO, HO; KO, 5HO; 4KO, HO + 2HO. Le rapport de la résistance d'une solution de potasse à une solution de chlorure de potassium de même concentration à la température de 15° environ est

Concentration.............	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{1000}$	$\frac{1}{4000}$
Résistance................	0,393	0,414	0,461

» Le coefficient moyen d'augmentation de la conductibilité de la solution de potasse au $\frac{1}{200}$ de 0 à 50° est de 0,028 par degré. Si l'électrolyte était KO, HO et pouvait être identifié à un sel neutre, le rapport de la résistance de la dissolution de potasse à celle de chlorure de potassium serait 0,752 et le coefficient d'augmentation de la conductibilité avec la température serait 0,033. Il est donc vraisemblable que, dans les dissolutions très étendues, l'électrolyte n'est pas KO, HO, mais un hydrate plus complexe.

» L'étude des autres bases hydratées fournit des résultats analogues.

» 2° *Acides.* — La conductibilité d'une dissolution aqueuse d'acide arsénieux vitreux au $\frac{1}{1000}$ est à peine appréciable. L'acide arsénieux vitreux est anhydre et l'on ne connaît pas de combinaison de l'acide arsénieux avec l'eau.

» Les dissolutions d'acide sulfhydrique et d'acide carbonique conduisent respectivement 310 fois moins et 150 fois moins que ne le feraient des sels neutres de même équivalent. A la température et à la pression ordinaire, on n'a obtenu aucune combinaison d'acide carbonique ou d'acide sulfhydrique avec l'eau.

» Au contraire, on a décrit les combinaisons suivantes d'acide sulfureux et d'eau, formées à basse température,

$$S^2O^4 + 14H^2O^2, \quad S^2O^4 + 9H^2O^2, \quad S^2O^4 + H^2O^2;$$

ces combinaisons sont très instables, une élévation de température les détruit. J'ai préparé à la température ordinaire (20°) une dissolution d'acide sulfureux dans l'eau distillée bouillie : cette dissolution, qui ne contenait que des traces à peine appréciables d'acide sulfurique, conduisait aussi bien qu'une dissolution de chlorure de potassium de même concentration, c'est-à-dire seulement 2,33 fois plus mal qu'un sel neutre de même équivalent. Quand on abaisse la température de 20° à 0°, la conductibilité diminue seulement de 0,0085 par degré au lieu de 0,033 comme pour un sel neutre : la formation d'une nouvelle quantité d'hydrate, dissocié à 20°,

compense donc en partie l'accroissement normal que devrait éprouver la résistance, si la quantité d'électrolyte dissous demeurait invariable.

» L'acide sulfurique forme aussi avec l'eau plusieurs hydrates définis. La conductibilité de ses dissolutions étendues varie, avec la dilution, d'une manière complexe et tout à fait anormale.

» Ainsi j'ai préparé une dissolution d'acide sulfurique au $\frac{1}{30}$, et j'ai mesuré l'accroissement de résistance qui se produit quand on double la quantité d'eau, qu'on la double encore et ainsi de suite.

Dilution initiale...	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{60}$	$\frac{1}{120}$	$\frac{1}{240}$	$\frac{1}{480}$	$\frac{1}{960}$	$\frac{1}{1920}$	$\frac{1}{3840}$	$\frac{1}{7682}$
Accroissement de la résistance.......	1,917	1,894	1,867	1,856	1,849	1,854	1,881	1,942	2,002

Cet accroissement présente un minimum pour une dilution initiale de $\frac{1}{500}$ environ.

» A la limite, une dissolution d'acide sulfurique conduit à peu près trois fois mieux qu'un sel neutre de même équivalent. On expliquerait cette grande conductibilité, et en même temps l'appauvrissement très inégal de la solution d'acide sulfurique aux deux pôles en admettant, comme l'avait proposé M. Bourgoin, que l'électrolyte équivalent à un sel neutre est $\frac{1}{3}(SO^3, 3HO)$; mais il me paraît certain que la nature de l'électrolyte change non seulement avec la dilution, mais encore avec la température, car l'accroissement moyen de la conductibilité de l'acide sulfurique de 0° à 60° est seulement de 0,0119 par degré au lieu de 0,033 qui est le nombre normal.

» Les divers acides minéraux ou organiques fournissent tous les intermédiaires, de l'acide arsénieux qui ne conduit point, à l'acide sulfurique qui conduit trois fois mieux qu'un sel neutre. Les acides borique, pyrogallique, isolent comme l'acide arsénieux; les acides azotique, chlorhydrique, picrique conduisent aussi bien que l'acide sulfurique. Les nombreuses mesures effectuées sur une vingtaine d'acides seront publiées ailleurs avec les détails nécessaires.

» Dans la plupart des expériences qui font l'objet de cette Note, j'ai été aidé avec beaucoup de zèle et d'intelligence par un élève ingénieur des télégraphes, M. J. Voisenat. Je saisis l'occasion qui se présente de le remercier de son concours dévoué [1]. »

---

[1] Ce travail a été exécuté au Laboratoire de recherches physiques de la Faculté des Sciences.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'acide phosphorique anhydre.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **A. Perrey**, présentée par M. Debray.

« Nous établissons dans cette Note l'existence de trois anhydrides phosphoriques : le premier cristallisé, le deuxième amorphe et pulvérulent, le troisième amorphe et vitreux, les deux derniers polymères du premier.

» La cristallisation de l'acide phosphorique anhydre avait été observée déjà par Schroetter en 1853, et par Lautemann en 1860 ; mais l'existence de plusieurs anhydrides appartenant à des espèces chimiques distinctes n'avait point encore été soupçonnée. L'acide phosphorique anhydre obtenu par la méthode classique est non pas une substance homogène, mais un mélange d'anhydride cristallisé et d'anhydride amorphe pulvérulent.

» Quand on fait brûler du phosphore dans un tube de verre traversé par un courant d'air sec, on peut constater : la condensation de l'anhydride cristallisé dans les régions froides de l'appareil, l'accumulation de l'anhydride amorphe pulvérulent dans la zone échauffée par la combustion, l'apparition de l'anhydride vitreux sur les points chauffés jusqu'au rouge.

» I. L'anhydride phosphorique cristallisé s'obtient par la distillation des produits de la combustion complète du phosphore. Les cristaux sont transparents, incolores et très réfringents; ils possèdent la symétrie clinorhombique. Selon les conditions de la condensation, ils demeurent isolés, se groupent en flocons neigeux, ou s'enchevêtrent en une croûte opaline.

» A une température de 250° environ, la tension de vapeur de l'anhydride cristallisé atteint 760^{mm}; à une température un peu plus élevée, les cristaux se polymérisent et la tension de vapeur se réduit à la tension de transformation, c'est-à-dire à quelques millimètres. Aussi la distillation, effectuée avec l'aide d'un courant gazeux, peut-elle à 250° être rapidement conduite; tandis que, à une température un peu plus élevée, elle se ralentit beaucoup.

» L'anhydride cristallisé, neigeux ou en croûtes épaisses, donne immédiatement avec l'eau une solution limpide. Traité dans le calorimètre de M. Berthelot par une lessive de soude, il dégage $44^{Cal},58$ par équivalent.

» II. L'anhydride phosphorique amorphe et floconneux, polymère du précédent, se prépare très facilement : il suffit de chauffer l'anhydride cristallisé à la température de 440°. La polymérisation, lente vers 300°, est rapide dans le bain de vapeur de soufre.

» L'anhydride amorphe est doué d'une moindre volatilité que l'anhydride cristallisé; il reproduit celui-ci par la sublimation.

» Il donne au contact de l'eau des grumeaux gélatineux translucides, qui résistent à la dissolution pendant un temps déjà notable si l'échantillon est en flocons légers, pendant plusieurs heures s'il est en masse compacte. Traités dans le calorimètre de M. Berthelot par une lessive de soude, les flocons se dissolvent, après avoir pris l'état gélatineux : ils dégagent $41^{Cal},32$ par équivalent.

» La différence entre les quantités de chaleur dégagées par les deux anhydrides phosphoriques dans leur transformation finale en un même métaphosphate, soit $3^{Cal},26$, mesure la quantité de chaleur dégagée par la polymérisation de l'anhydride cristallisé.

» III. L'anhydride phosphorique vitreux prend naissance lorsqu'on porte au rouge naissant (sous une forte tension de vapeur) les deux premiers anhydrides.

» La solidification de la masse fondue fournit un verre transparent, incolore, qui, lors du refroidissement, se fendille en tous sens avec bruits et lueurs, comme l'acide borique vitreux. Trop fréquemment, l'inégale contraction du produit et des parois de verre auxquelles il adhère fortement amène, pendant ou peu après le refroidissement, la rupture de celles-ci.

» L'acide vitreux, chauffé à la température du rouge naissant dans un tube de verre, reproduit par sublimation l'anhydride cristallisé. Sa volatilisation est très lente, mais elle est complète : l'anhydride vitreux ne renferme donc aucun élément fixe emprunté au verre pendant la fusion.

» La rupture des tubes qui renfermaient nos échantillons nous a privés de ceux-ci avant que nous ayons pu les soumettre à des déterminations calorimétriques. La lenteur extrême de la dissolution de l'anhydride vitreux aurait, d'ailleurs, enlevé toute précision à des déterminations de ce genre.

» IV. L'anhydride phosphorique cristallisé se transforme sous l'influence directe de la chaleur en son polymère amorphe; la transformation est accompagnée, d'après les expériences que nous avons faites sur les deux anhydrides, du dégagement de 3,26 unités de chaleur.

» L'acide cyanurique cristallisé n'a pas encore été transformé sous l'influence directe de la chaleur, en son polymère, la cyamélide; la transformation serait accompagnée, d'après les expériences que MM. Troost et

Hautefeuille ont faites sur les différents acides de la série cyanique, du dégagement de 3,20 unités de chaleur ([1]).

» La polymérisation de l'acide cyanurique ne dégage pas moins de chaleur que la polymérisation de l'acide phosphorique; elle pourrait donc vraisemblablement être réalisée, sous l'influence directe de la chaleur, sans plus de difficulté que celle-ci : on a déjà observé que, sous l'influence d'une température élevée, la proportion de la cyamélide augmente, dans les produits pyrogénés de la décomposition de l'urée, aux dépens de leur teneur en acide cyanurique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur de nouveaux borotungstates.* Note de M. D. **Klein**, présentée par M. Friedel.

« Quand on traite une solution de paratungstate de sodium pur par de l'acide borique pur (acide borique préparé en partant du borax, purifié par trois à quatre cristallisations, et de l'acide chlorhydrique pur), l'acide borique se dissout quand on porte la liqueur à l'ébullition. Si l'on prend 3 parties d'acide borique pour 4 de paratungstate, le liquide ne donne plus de précipité d'acide tungstique par l'action des acides minéraux énergiques (HCl, par exemple). Si alors on arrête l'opération et qu'on laisse refroidir, l'acide borique cristallise en partie par refroidissement. En le séparant à la trompe, concentrant à chaud les eaux mères et séparant les dépôts successifs d'acide borique et de borates qui se forment quand on laisse refroidir les liqueurs, on obtient une eau mère très dense ($D = 2,8$, environ), tout à fait analogue à celle qu'on obtient par l'action de l'acide borique sur le tungstate neutre de sodium (voir *Comptes rendus*, t. XCI, p. 1070), liquide que nous n'avons pu faire cristalliser.

» La solution obtenue à l'aide du paratungstate a été abandonnée à la pression ordinaire au-dessus de l'acide sulfurique, par une température moyenne de 10° à 12°. Il s'est déposé un sel très soluble, que nous avons purifié par de nouvelles cristallisations dans l'air sec. Ce pro-

---

([1]) L'acide cyanique liquide, en se transformant en acide cyanurique cristallisé, dégage 14,4
L'acide cyanique liquide, en se transformant en cyamélide, dégage 17,6
L'acide cyanurique cristallisé, en se transformant en cyamélide, dégagerait donc 3,2

duit n'est autre que le sel que nous avons appelé *tungstoborate disodique* :

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2Na^2O, 2H^2O + 10Aq$$

(composition d'après six analyses).

» Ce sel a été décrit dans une Note antérieure (*Comptes rendus*, t. XCIII, p. 492).

» Si, à la solution dont se dépose ce sel, on ajoute une goutte d'acide chlorhydrique, puis du chlorure de baryum, il se précipite d'abord un dépôt pulvérulent blanc, non encore étudié, puis, par concentration et refroidissement, un sel en cristaux d'apparence octaédrique, mais qu'un examen attentif montre appartenir au système rhomboédrique, l'apparence octaédrique étant produite par une combinaison de rhomboèdres basés, dont nous faisons en ce moment-ci l'étude. Il se dépose ensuite des prismes anorthiques, ce deuxième sel n'est pas stable : par cristallisation, il se transforme en un sel octaédrique, du système quadratique (faces p, m, a^1). Ce sel est *probablement* le tungstoborate dibarytique

$$9TuO^3, Bo^2O^3, 2BaO, 2H^2O + 16Aq \quad (loc. cit.).$$

» Le sel anorthique ne peut donc être purifié par cristallisation. Il contient, à l'état de mélange, une très petite quantité de chlorure de sodium, en proportion variable. Si l'on fait abstraction de cette impureté, sa composition répond assez bien à la formule

$$10TuO^3, Bo^2O^3, 2BaO + 16Aq,$$

formule établie d'après six analyses concordantes.

» Nous avons obtenu une seule fois un sel, que nous n'avons pu reproduire à volonté, et que nous avons décrit dans une Note insérée dans le *Bulletin de la Société chimique* de Paris : ce sel aurait pour formule

$$10TuO^3, Bo^2O^3, 2BaO + 20Aq$$

(d'après quatre analyses); mais, comme nous n'avons pu le reproduire à volonté, il nous reste des doutes sur sa véritable nature.

» L'eau mère dense dont il a été parlé plus haut, non additionnée d'acide chlorhydrique, donne un dépôt pulvérulent, puis en se concentrant un sel en prismes d'apparence orthorhombique, mais qui est clinorhombique, très voisin du système droit (faces m, g^1, e^1). Ce sel a la même composition

centésimale que le sel anorthique; comme lui, il se détruit si on le fait cristalliser. Il est souillé par une très petite quantité de chlorure de sodium. Sa composition est donc exprimée par la même formule que celle du sel anorthique.

» Nous continuons nos recherches, et nous espérons pouvoir communiquer bientôt de nouveaux résultats.

» L'action de l'acide borique sur le paratungstate d'ammonium nous a donné deux nouveaux genres de sels que nous décrirons prochainement. »

CHIMIE. — *Sur l'action déshydratante des sels.* Note de M. **D. Tommasi.**

« D'après les belles recherches de M. Grimaux sur la coagulation des corps colloïdaux, il résulterait que « les sels favorisent la coagulation des » substances colloïdales en agissant comme déshydratants ».

» Je ferai remarquer, à ce propos, qu'il est des cas où certains sels produisent un effet tout opposé à celui observé par M. Grimaux, c'est-à-dire qu'ils empêchent d'une manière complète un composé de se déshydrater. Tel est le cas, par exemple, de l'hydrate cuivrique, ainsi qu'il résulte de mes expériences. En effet, cet hydrate, chauffé en présence de l'eau, se transforme rapidement en oxyde noir vers 77°; mais, chose remarquable, l'hydrate cuivrique ne se déshydrate plus, même à la température de 100°, lorsqu'il est en présence de certains sels. Par contre, il y a d'autres sels qui tendent, par leur présence, à abaisser la température de décomposition de l'hydrate cuivrique. Le Tableau suivant fera mieux saisir l'influence de divers sels sur la température de déshydratation de l'hydrate cuivrique :

	Températures.
Hydrate cuivrique + CO^3Na^2 à 5 pour 100	50°
» + ClK à 10 pour 100	71
» + NaHO à 10 pour 100	74
» + H^2O	77
» + $C^2H^3O^2$, Na à 10 pour 100	78
» + SO^4Na^2 à 10 pour 100	79
» + NaHO à 1 pour 100	83
» + NaHO à 0,5 pour 100	84
» + BrK à 10 pour 100	85
» + ClO^3K (solution saturée)	85
» + IK à 10 pour 100	86

Hydrate cuivrique + Cl^2Ca à 10 pour 100.	Chauffé en présence de ces solutions, l'hydrate cuivrique ne se décompose pas et reste bleu, même à 100°.
» + SO^4Mn à 10 pour 100	
» + Sucre à 10 pour 100 (¹)	

» Dans quelques cas, il suffit d'une trace de certains sels pour empêcher la décomposition de l'hydrate cuivrique. Ainsi, une solution de sulfate de manganèse très diluée, contenant $0^{gr},3$ pour 100 de sulfate, possède la propriété singulière d'empêcher que l'hydrate cuivrique ne perde son eau, même si l'on fait bouillir la solution. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la perséite, matière sucrée, analogue à la mannite.* Note de MM. **A. Muntz** et **V. Marcano**, présentée par M. Berthelot.

« L'Avocatier (*Laurus persea*) est un arbre de taille moyenne qui est très répandu dans les régions tropicales. Il porte un fruit à péricarpe charnu, riche en huile et une graine d'apparence ligneuse. La graine a été examinée dès 1831 par M. Avequin, qui y indique la présence d'une grande quantité de mannite. M. Melsens, ayant soumis à l'analyse cette mannite de l'Avocatier, lui trouva la même composition élémentaire qu'à celle de la manne.

» Nous avons été frappés des différences qui existent entre la mannite de la manne et celle de l'Avocatier, et, ayant soumis cette dernière à l'étude, nous avons constaté qu'elle constituait une espèce nouvelle, analogue à la mannite. Nous lui avons donné le nom de *perséite*, qui rappelle son origine.

» On la prépare facilement en traitant la graine broyée par de l'alcool bouillant ou par de l'eau contenant un peu de sous-acétate de plomb. Elle cristallise rapidement et peut être obtenue à l'état de pureté par des cristallisations répétées dans l'alcool.

(¹) L'hydrate cuivrique qui avait été chauffé avec la solution de sucre fut recueilli sur un filtre et fut lavé jusqu'à complète élimination du sucre. Chauffé de nouveau avec l'eau distillée, l'hydrate de cuivre se décomposa vers 76°-77°; en outre, l'eau séparée de l'hydrate de cuivre, chauffée pendant quelques minutes avec quelques gouttes d'acide sulfurique et traitée ensuite par le sulfate cuivrique et la potasse, ne donna pas la réaction caractéristique du sucre interverti. Ce qui prouve que la stabilité de l'hydrate cuivrique, dans ce cas, ne peut être attribuée à la formation d'un composé spécial de sucre et d'hydrate cuivrique.

» Elle a donné, pour 100,

	I.	II.	Théorie pour $C^{12}H^{14}O^{12}$.	M. Melsens.
Carbone............	39,62	39,68	39,56	39,08
Hydrogène.........	7,62	7,59	7,69	7,6

» Son point de fusion, qu'on peut prendre très nettement, est situé entre 183°,5 et 184°. Il est donc très différent de celui de la mannite (164° à 164°,5, pris avec le même thermomètre), et identique avec celui de la dulcite (183°,5).

» La perséite est très soluble dans l'eau chaude; beaucoup moins à froid (6 pour 100 à 15°).

» Par la concentration ou par le refroidissement d'une solution chaude, elle se dépose sous la forme d'une masse farineuse qui se prend en mamelons durs par la dessiccation.

» Sa solubilité dans l'alcool froid est très faible; elle augmente avec la température; une solution saturée à l'ébullition abandonne par le refroidissement la perséite sous la forme d'aiguilles d'une ténuité extrême, qui forment une masse volumineuse, semblable à celle que produit la mannite dans les mêmes conditions.

» On n'a pu obtenir dans aucun cas de cristaux mesurables; en examinant au microscope la masse qui se dépose, soit de la solution aqueuse, soit de la solution alcoolique, on voit un enchevêtrement d'aiguilles longues et fines, ayant la forme de prismes droits à base rectangulaire.

» Examinée au polarimètre, même en solution concentrée, elle ne produit aucune déviation de la lumière polarisée; mais, en ajoutant du borax à cette solution, on observe une déviation à droite assez sensible.

» La perséite, traitée ou non par les acides minéraux étendus, agissant à chaud, est sans action sur les liqueurs cuivriques; elle ne subit pas la fermentation alcoolique proprement dite.

» L'acide azotique bouillant la transforme en acide oxalique, sans donner naissance à de l'acide mucique, ce qui la distingue de la dulcite, avec laquelle son point de fusion pourrait la faire confondre.

» Traitée par un mélange d'acide azotique fumant et d'acide sulfurique, elle donne naissance à un composé trinitré qui détone avec violence par le choc. La nitroperséite est peu soluble dans l'alcool froid, assez soluble dans l'alcool bouillant d'où elle se dépose en masse cristalline volumineuse. L'éther en dissout de notables proportions. Sa solution dans un mélange d'alcool et d'éther dévie à droite le rayon de la lumière polarisée.

Son pouvoir rotatoire, calculé avec la formule de M. Berthelot, est de $+2°,1$.

» La perséite, chauffée vers 250°, dégage de l'eau, sans se colorer fortement, et se transforme partiellement en un corps analogue à la mannitane. Ses combinaisons et ses propriétés sont d'ailleurs analogues à celles de la mannite.

» La proportion de perséite contenue dans la graine, prise à divers degrés de maturité, a varié de 6 à 8 pour 100 de la matière sèche; mais ce n'est pas dans la graine seulement qu'on la rencontre; le péricarpe charnu et huileux en renferme également, et, suivant le degré de maturité, de 1,8 à 6,3 pour 100. Les feuilles de l'Avocatier, sèches, en ont donné près de 2 pour 100.

» On a examiné des fruits pris à divers degrés de maturité en opérant séparément sur le péricarpe et sur la graine; on remarque que dans le fruit tout à fait mûr la proportion de perséite s'est considérablement abaissée, en même temps que la quantité d'huile a augmenté. Ce fait permettrait de supposer que la perséite, comme le ferait, suivant M. S. de Luca, la mannite, pendant la maturation de l'olive, concourt à la formation des corps gras.

» Pendant la germination de la graine la perséite disparaît, servant probablement d'élément respiratoire à la jeune plante.

» Nous n'avons pas encore pu déterminer la nature du saccharose et du glucose qui existent dans le fruit de l'Avocatier; nous nous occupons de les isoler et de rechercher s'ils ont un rapport de constitution avec la perséite. Il sera surtout intéressant de voir si leur hydrogénation par l'amalgame de sodium donnera naissance à la perséite.

» Le corps dont nous venons de décrire les principaux caractères nous paraît surtout intéressant par son abondance et la facilité de sa préparation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés du métaxylène.* Note de M. A. Colson, présentée par M. Friedel.

« Le métaxylène préparé par oxydation du xylène brut a fourni à MM. Radziszewski et Wispek un bibromure fusible à 140°-141°, qu'ils ont rattaché à tort à la métasérie. Leur métaxylène contenait certainement du paraxylène; car j'ai constaté que deux oxydations successives, suivies chacune d'une rectification, ne suffisent même pas pour détruire le paraxylène du carbure brut. J'opérais à l'aide de l'acide azotique étendu de façon que, après la première opération, les $\frac{4}{5}$ environ du liquide primitif aient

disparu, et que le produit ainsi enrichi soit encore réduit de moitié par la seconde opération. En transformant en bibromure le métaxylène ainsi obtenu, il me restait, après refroidissement, filtration à la trompe et compression, un gâteau solide qui, traité par l'éther, se dissolvait en grande partie. La portion insoluble était formée de bibromure de tollylène fusible à 142°-143°, tandis que l'autre portion, purifiée par cristallisations successives dans l'éther ou le chloroforme, donnait un bibromure fusible à 76°-77°, très soluble dans ces solvants : c'est le dérivé du métaxylène.

» Si l'on tente de purifier le gâteau solide par l'alcool bouillant, on transforme ce corps en produits liquides (éthylines) [1] et l'on n'obtient que le bibromure de paraxylène : ceci explique l'erreur dans laquelle sont tombés MM. Radziszewski et Wispek en décrivant comme bromure de métaxylène le dérivé *para* plus ou moins pur.

» *Bibromure de métaxylène* $C^8H^8Br^2 = C^6H^4 \begin{matrix} CH^2Br \\ CH^2Br \end{matrix}$. — Ce corps se prépare facilement en prenant pour point de départ le métaxylène pur que l'on trouve dans le commerce. On opère comme je l'ai indiqué pour le dérivé correspondant de l'orthoxylène. Lavé à l'éther sur le filtre, il fond à 75°, mais il n'est pas absolument pur, et il est bon de le faire recristalliser dans les pétroles légers ou dans l'alcool à 90°, en évitant, dans ce dernier cas, l'ébullition et un contact prolongé. Après trois cristallisations dans ce dernier solvant, le bibromure est en cristaux blancs, solubles dans l'éther et le chloroforme; solubles à l'ébullition, dans trois fois leur poids de pétrole léger et dans une moindre quantité d'alcool. Il ne pique plus les yeux et fond alors à 77°,1. Sa densité à 0° est 1,734 et 1,61 à 90° (liquide).

» *Glycol métaxylénique* $C^8H^{10}O^2 = C^6H^4 \begin{matrix} CH^2OH \\ CH^2OH \end{matrix}$. — Ce bibromure se saponifie complètement lorsqu'on le met en contact prolongé avec trente fois son poids d'eau bouillante renfermant le carbonate de potasse nécessaire à la neutralisation de l'acide bromhydrique formé. Par évaporation au bain-marie dans le vide, on obtient une masse cristalline qui, reprise par l'éther sec, abandonne à celui-ci tout le glycol formé. Par évaporation lente, l'éther laisse un liquide huileux, qui ne tarde pas à se prendre en cristaux microscopiques, fusibles à 45°,5-46°,2, inodores et amers : c'est le glycol métaxylénique. A la température de 12°, il est soluble dans sept

(1) J'ai déjà signalé ce phénomène qui se rapproche de la saponification des éthers par l'eau.

fois environ son poids d'éther; il l'est beaucoup plus dans l'eau, et présente avec ce liquide un phénomène de sursaturation remarquable, car il est presque impossible, sans germe, de faire recristalliser ce corps d'une solution aqueuse.

» Il reste aussi en surfusion, mais moins longtemps. Sa densité liquide est 1,16 à 18°.

» Ce glycol appartient bien à la série du métaxylène, car, oxydé par le permanganate, il donne l'acide isophtalique, caractérisé de la façon suivante : corps blanc, fusible au-dessus de 300°, sublimable, dont l'éther méthylique fond à 62°-63° (d'après Baeyer, entre 64°-65°) et qui, nitré, fournit un sel de baryte rougissant à l'air.

» Ce glycol, traité par une solution concentrée d'acide bromhydrique, régénère le bibromure fusible à 77°, l'acide chlorhydrique donne le dichlorure correspondant.

» *Bichlorure de métaxylène.* $C^8H^8Cl^2 = C^6H^4 \begin{matrix} CH^2Cl \\ CH^2Cl. \end{matrix}$ — Il s'obtient par l'action de l'acide chlorhydrique en solution concentrée et chaude sur le glycol. On forme ainsi un corps cristallin qui, purifié soit par sublimation, soit par l'éther, fond à 34°,2.

» *Comparaison des points de fusion.* — Les points de fusion des dérivés des trois xylènes présentent des relations intéressantes : ceux du paraxylène ont déjà été indiqués par M. Grimaux, et mes expériences les ont confirmés. Le Tableau suivant montre que les métadérivés ont le point de fusion le moins élevé, et que le point de fusion de l'un d'eux diffère de 66° de celui du dérivé correspondant de la série *para*. La série *ortho* est intermédiaire (de 48° environ inférieure à la série *para* et de 18° supérieure à la série *méta*).

	Série du paraxylène.	Série de l'orthoxylène	Série du métaxylène.
	°	°	°
Bichlorure	100,5	54,5	34,2
Bibromure	143	94,9	77,1
Glycol	112,5	64,6	46,2
Carbure	16	?	?

» J'ai l'intention de rechercher les points de fusion des trois xylènes eux-mêmes, pour voir s'il y a lieu d'étendre ces relations [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches polarimétriques sur la cellulose régénérée des pyroxyles et sur la cellulose soumise à l'action de l'acide sulfurique.* Note de M. A. **Levallois.**

« Après avoir observé que la cellulose de provenances les plus diverses exerçait, en solution dans la liqueur ammoniaco-cuivrique, toujours la même action sur le plan de polarisation, il était intéressant de rechercher si les corps obtenus par M. Béchamp, en réduisant les celluloses nitriques par le protochlorure de fer, se comportent comme la cellulose lorsqu'ils sont en dissolution dans le réactif cuivrique.

» Les celluloses nitriques qui ont servi à cette étude sont la cellulose trinitrique et le pyroxyle employé dans la préparation du collodion. Ces substances, après une digestion prolongée dans le protochlorure de fer concentré et bouillant et des lavages à l'acide chlorhydrique étendu et à l'eau, ont fourni des pâtes entièrement privées de cellulose nitrée.

» Comme il était important de constater qu'il n'existait plus de dérivés nitrés dans les matières obtenues, on a traité de petites parcelles de celles-ci par la potasse concentrée et bouillante; puis, après avoir acidifié par de l'acide sulfurique exempt de nitrites, on a versé dans la liqueur quelques gouttes du réactif de Tromsdorff. Aucune coloration ne se produisit, tandis qu'une très faible quantité de coton nitré jetée dans la solution potassique donnait, par le même réactif, la coloration bleu intense qui caractérise les nitrites.

» Ces substances, retirées des celluloses nitrées, se dissolvent très rapidement dans la liqueur cuivrique; on compara l'action de cette dissolution sur le plan de polarisation à l'action qu'exerce la cellulose pure du papier dans les mêmes conditions. On trouva :

	Déviations.
Cellulose pure	9°,5
Produit retiré de la cellulose	8,5
Produit retiré du pyroxyle du collodion	8,5

» On voit que les déviations sont presque les mêmes; les légères différences observées peuvent être attribuées en partie à l'hydratation résultant de l'action prolongée de l'acide chlorhydrique. Les corps étudiés ont, en effet, l'aspect et les propriétés de l'hydrocellulose.

» Ces résultats tendent à établir que, contrairement à la théorie émise par M. Blondeau, le corps que l'on retire des celluloses nitrées est iden-

tique à la cellulose ou plutôt à l'hydrocellulose. Les différences d'altérabilité, indiquées par ce savant, se rapprochent de celles que l'on observe entre l'hydrocellulose et la cellulose.

» Les celluloses traitées par l'acide sulfurique ont été également étudiées. Le papier, réduit en poudre, immergé pendant quinze minutes, à la température ordinaire, dans l'acide sulfurique à 66° étendu de son volume d'eau, ne change pas d'aspect. Ayant observé au polarimètre les dissolutions que donne, dans la liqueur de Schweizer, la cellulose ainsi immergée dans le liquide acide pendant les temps différents, on a trouvé :

	Déviations.
Cellulose pure	9°,5
Cellulose immergée pendant une minute	9,5
» » cinq minutes	8,7
» » quinze minutes	8,7

» Ces nombres sont très voisins et les différences peuvent encore être attribuées à des commencements d'hydratation de la matière.

» On répéta les mêmes observations en se servant d'acide sulfurique à 66, étendu seulement d'un demi-volume d'eau et l'on obtint :

	Déviations.
Cellulose pure	9°,5
Cellulose immergée pendant dix secondes	8,8
» » trente secondes	9,5
» » une minute	9,0
» » cinq minutes	9,0
» » quinze minutes	8,8

» On peut regarder ces résultats comme presque identiques, et cependant, comme l'indique M. Béchamp, l'acide transforme, dès les premiers instants de l'immersion, la cellulose en une masse pâteuse qui, au bout de cinq minutes, est entièrement dissoute. La dissolution acide, versée goutte à goutte dans une grande quantité d'eau, donne naissance à des cellules translucides, très lourdes, qui ne laissent dialyser l'acide qu'elles renferment qu'avec une certaine lenteur.

» Si l'on prolonge l'action de l'acide, la solution n'est plus précipitée lorsqu'on la verse dans une grande quantité d'eau et ce n'est qu'au bout de quelques instants que le liquide se trouble. Le précipité peut être formé immédiatement si, au lieu de verser la solution acide dans l'eau, on la verse dans l'alcool. Après de très longs lavages à l'alcool, on obtient, par

dessiccation, une substance friable, soluble légèrement dans l'eau et très soluble dans le réactif cuivrique, mais qui n'agit pas, comme la cellulose normale, sur le plan de polarisation. En effet, tandis que la cellulose du papier donnait une déviation de 10°,5, le précipité obtenu par l'alcool, comme il vient d'être indiqué, a produit une déviation de 5°,5. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fabrication du fumier de ferme.* Deuxième Note de M. **P.-P. Dehérain.**

« Les nombreuses expériences que j'ai exécutées sur les fermentations du fumier de ferme m'ont conduit à observer quelques faits nouveaux que je demanderai à l'Académie la permission de résumer dans cette seconde Note.

» **1.** *La paille ne s'oxyde à l'air que sous l'influence d'un ferment figuré.* Si l'on place de la paille, non ensemencée par du jus de fumier, dans un ballon, qu'on l'humecte convenablement et qu'on la maintienne à une température de 40° environ, puis qu'on fasse passer un courant d'air pur, on observe bientôt un abondant dégagement d'acide carbonique; en même temps le liquide se peuple de nombreux vibrions.

» Si l'on place de la paille dans des tubes dont quelques-uns sont additionnés de chloroforme, puis qu'on scelle à la lampe et qu'on maintienne à 40° pendant quelques jours, on trouve que tout l'oxygène a été transformé en acide carbonique dans les tubes sans chloroforme; mais qu'au contraire, dans ceux qui en avaient reçu, il ne s'est formé que très peu d'acide carbonique.

» Une action chimique énergique, comme celle du carbonate de potasse agissant à 100°, est impuissante à provoquer l'oxydation de la paille avec formation d'acide carbonique.

» **2.** *Fermentation anaérobie de la paille.* — Si la paille renferme un ferment aérobie capable de déterminer son oxydation, elle ne paraît pas en général être chargée de ferments anaérobies.

» Il arrive cependant parfois que, en plaçant de la paille dans un flacon avec des dissolutions étendues de carbonates et de phosphates alcalins, on obtienne de l'acide carbonique et du formène, ou encore que ce dernier gaz soit remplacé par de l'hydrogène; mais très souvent il ne se dégage aucun gaz, et il est probable que, lorsque la fermentation a lieu, elle est due à la présence fortuite de germes de ferments. La conservation des fourrages

par ensilage démontre au reste que les végétaux ne renferment pas habituellement des ferments anaérobies bien actifs.

» 3. *Fermentation forménique du fumier de ferme.* — Ainsi que je l'ai dit dans ma première Note ([1]), je n'ai jamais pu extraire du tas de fumier de Grignon que de l'acide carbonique, de l'azote et du formène; jamais je n'y ai trouvé d'hydrogène libre.

» On reproduit facilement au laboratoire cette fermentation forménique; elle dure fort longtemps, plusieurs semaines, à la seule condition d'ouvrir les flacons de temps à autre, comme si le contact de l'air était nécessaire à l'évolution des nombreuses spores que renferme le liquide; cette fermentation ne donne naissance à aucun acide énergique capable de décomposer les carbonates alcalins introduits. Cette fermentation du fumier me paraît être la plus fréquente; c'est au moins celle qui prend naissance dans le mode de fabrication suivi à Grignon, car presque toute l'ammoniaque du purin s'y rencontre à l'état de carbonate; en effet, quand, après avoir distillé le purin sans addition et avoir recueilli un peu plus de 1^{gr} d'azote ammoniacal par litre, on ajoute de la magnésie pour séparer l'ammoniaque retenue par des acides fixes, on n'obtient plus que des quantités insuffisantes.

» 4. *Fermentation butyrique du fumier de ferme.* — Il arrive parfois que du fumier ou même du crottin de cheval, additionnés de liqueurs alcalines maintenues à 40°, donnent, au lieu de formène, de l'hydrogène pur; le liquide présente une réaction acide très nette, due en grande partie à de l'acide butyrique, reconnaissable à la facilité avec laquelle il donne le butyrate d'éthyle, dont l'odeur est caractéristique.

» Il m'est arrivé de prélever des échantillons à la partie supérieure du tas de fumier de Grignon, à quelques jours d'intervalle, et de les faire fermenter en tubes scellés; dans un cas, j'ai obtenu de l'acide carbonique, de l'azote et de l'hydrogène pur; dans l'autre, encore de l'acide carbonique, de l'azote et du formène qui, dans une des fermentations, était pur, et, dans l'autre, renfermait une trace d'hydrogène ([2]).

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 377. Au moment où j'ai présenté à l'Académie la première Partie de ce travail, j'ignorais que M. U. Gayon s'occupât de la fermentation du fumier et qu'il y eût reconnu comme M. Reiset (1856), la présence du formène. Si les résultats que M. U. Gayon avait communiqué à la Société de Bordeaux m'eussent été connus, je n'aurais pas manqué de les rappeler.

([2]) A l'analyse eudiométrique, la contraction, après la détonation, a été de $2^{cc},9$: il ne s'était formé que $1^{cc},3$ d'acide carbonique; le formène pur n'aurait déterminé qu'une contraction de $2^{cc},6$.

» La fermentation avec production d'acide est particulièrement fréquente dans la paille ensemencée, avec quelques gouttes de liquide provenant de la trituration du fumier dans l'eau, et il m'est arrivé très souvent de constater la présence du formène dégagé de flacons dont les liquides étaient très acides. Peut-il se produire de l'acide butyrique en même temps qu'il apparaît du formène pur? C'est ce que je recherche en ce moment, mes expériences actuelles ne me permettant pas de l'affirmer.

» 5. *Fermentations mixtes*. — Il arrive assez rarement qu'on rencontre à la fois dans les gaz de la fermentation du formène et de l'hydrogène; quand j'ai trouvé ce mélange, habituellement un des deux gaz dominait beaucoup sur l'autre.

» 6. *Origine des ferments anaérobies du fumier*. — En résumé, on peut observer dans le fumier une fermentation neutre donnant de l'acide carbonique et du formène et une fermentation acide dans laquelle apparaissent de l'acide butyrique, tantôt de l'hydrogène, tantôt du formène; or l'étude des fermentations qui se produisent dans le tube digestif des herbivores a conduit récemment M. Tappeiner [1] à y distinguer deux fermentations différentes, l'une acide, l'autre neutre; les gaz dégagés sont, outre l'acide carbonique, de l'hydrogène et du formène; les ferments s'attaquent à la cellulose; leur description se rapporte très bien aux microbes du fumier, et si l'on se rappelle que la paille non ensemencée fermente difficilement, que M. Gayon a reconnu que les microbes du fumier attaquent la cellulose comme ceux de M. Tappeiner, qu'enfin les gaz dégagés sont identiques, il devient probable que les ferments anaérobies du fumier proviennent du tube digestif des animaux et que, suivant leur abondance relative et les conditions dans lesquelles ils sont placés, ils déterminent l'une ou l'autre des fermentations constatées dans le fumier de ferme. »

ANATOMIE. — *Contribution à l'anatomie comparée des races humaines. Dissection d'un Boschisman*. Note de M. L. Testut, présentée par M. de Quatrefages.

« J'ai disséqué récemment dans le laboratoire d'Anthropologie du Muséum un jeune sujet Boschisman, de 12 à 14 ans, qui m'avait été gracieusement confié par MM. de Quatrefages et Hamy, et dont l'étude m'a

(1) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXXVIII, p. 43.

révélé toute une série de dispositions anatomiques, d'une grande importance au point de vue de l'anatomie comparée des races humaines.

» En attendant de publier sur cette étude un travail détaillé, je vais résumer sommairement dans cette Note les principales particularités que m'a offert le système musculaire, en indiquant pour chacune d'elles sa véritable signification en Anthropologie zoologique.

» 1° Dans le creux axillaire tout d'abord, j'ai rencontré un petit muscle quadrangulaire qui, se détachant de la face antérieure et du bord inférieur du tendon du grand dorsal, se portait verticalement en bas, et se terminait, $0^m,039$ au-dessous de son origine, sur la longue portion du triceps. Ce faisceau surnuméraire, que j'appellerai, en raison de ses connexions, faisceau *dorso-tricipital*, est un vestige manifeste d'une formation musculaire qui existe à l'état normal chez un grand nombre de Mammifères, qu'on retrouve notamment chez tous les singes. Je l'ai disséqué pour ma part chez l'*Orang*, le *Chimpanzé noir*, le *Macacus sinicus*, le *Cercopithecus fuliginosus*, etc.

» 2° A la nuque, le trapèze se trouvait réduit à ses faisceaux cervicaux et dorsaux. Quant à sa portion occipitale, elle manquait complètement. Par suite de la disparition de ces derniers faisceaux, l'étendue des insertions claviculaires se trouvait considérablement réduite; elle ne mesurait en effet que $0^m,022$. Une pareille disposition se retrouve encore normalement dans la série des Mammifères où le muscle trapèze est rarement aussi développé et aussi compact que chez l'homme. C'est ainsi que chez les Lémuriens de Madagascar, si bien étudiés par M. A. Milne-Edwards, le trapèze n'occupait en hauteur que l'espace compris entre la quatrième cervicale et la neuvième dorsale.

» 3° Sur les parties latérales du cou, entre le scalène antérieur et le scalène postérieur des anatomies classiques, j'ai rencontré un troisième scalène que j'ai appelé *scalène intermédiaire*, et qui s'étendait des tubercules antérieurs des sixième et septième cervicales au bord concave de la première côte. Ce petit faisceau surajouté s'insérait immédiatement en arrière de l'artère sous-clavière qu'il séparait ainsi des cordons nerveux du plexus brachial.

» Le muscle scalène intermédiaire existe normalement chez le *Gorille*, chez l'*Orang*, chez le *Gibbon*, chez le *Papion*, chez le *Chimpanzé*, etc.

» 4° Au bras, j'ai observé au-dessous d'un muscle coraco-brachial normalement constitué, un deuxième coraco-brachial plus court (*court coraco-brachial*) qui se détachait, comme le précédent, de l'apophyse coracoïde et

venait se terminer à la hauteur du col de l'humérus sur le tendon terminal du muscle sous-scapulaire. C'est encore là une disposition simienne. Meckel décrit, en effet, le court coraco-brachial chez le *Magot*, l'*Ouistiti*, le *Papion*, le *Callitriche* et l'*Atèle*. J'ai eu l'occasion d'en constater moi-même l'existence chez le *Bonnet-chinois* et plusieurs *Cercopithèques*.

» 5° A la partie postérieure de la cuisse, le muscle biceps ou fléchisseur péronier de la jambe se trouvait renforcé par un faisceau surnuméraire qui prenait naissance sur le coccyx, au-dessous du grand fessier. Cette origine coccygienne ou caudale du biceps fémoral manque chez l'homme et probablement aussi chez tous les Primates, mais elle existe normalement chez un grand nombre d'animaux à longue queue, notamment chez les *Ruminants*, l'*Hyène*, le *Cabiai* et le *Lapin*, où le muscle biceps possède, comme chez notre Boschisman, deux faisceaux distincts insérés, l'un sur l'ischion, l'autre sur les premières vertèbres caudales. Chez le *Chat*, ce faisceau caudal constitue un muscle à peu près distinct que j'ai disséqué plusieurs fois et dont on trouve une bonne description dans l'Ouvrage de Strauss-Durckeim.

» 6° A la jambe, le tendon terminal du jambier intérieur se bifurquait à $0^m,07$ au-dessus du bord interne du pied. L'une des branches de bifurcation venait se fixer au premier cunéiforme; l'autre s'insérait sur l'extrémité postérieure du premier métatarsien. Nous savons que chez la plupart des espèces simiennes le muscle tibial antérieur se trouve divisé de même en deux portions plus ou moins distinctes qui viennent se terminer en bas, la première sur le premier cunéiforme, la seconde sur l'extrémité postérieure du métatarsien du gros orteil.

» 7° A la région dorsale du pied, le faisceau interne du pédieux formait un muscle complètement distinct qui, partant du creux calcanéo-astragalien, venait se terminer en avant, sur l'extrémité postérieure de la première phalange du gros orteil. Voilà encore une disposition simienne manifeste : dans le plus grand nombre d'espèces, en effet, chez le *Gorille*, le *Chimpanzé*, l'*Orang*, le *Macacus sinicus*, le *Cynocephalus maimon*, etc., le muscle pédieux (court extenseur des orteils des zootomistes) se divise en deux portions : la portion externe envoie des tendons aux deuxième, troisième et quatrième orteils; la portion interne, complètement distincte de la précédente, se dirige très obliquement en dedans et vient se fixer sur la première phalange du gros orteil. Il convient même de décrire séparément ce dernier muscle sous le nom de *court extenseur du gros orteil* (*extensor hallucis brevis* de Bischoff).

» Comme on le voit, les formations surnuméraires semblent s'accumuler comme à plaisir chez notre Boschisman, et toutes, à l'exception d'une seule, qui rappelle une disposition normale chez quelques Rongeurs et chez quelques Carnivores, toutes, dis-je, reproduisent des dispositions anatomiques que l'on observe normalement et avec la valeur d'un organe type dans les différentes espèces simiennes. Je dois, en terminant, faire remarquer que :

» 1° Les particularités anatomiques que m'a offertes le système musculaire de mon jeune sujet ne se sont pas toutes rencontrées sur le sujet de même race disséqué en 1867 à Londres par Murie et Flower ;

» 2° Par contre, ce dernier sujet a présenté quelques dispositions anatomiques spéciales que j'ai vainement cherchées sur le mien ;

» 3° Enfin, les diverses anomalies observées jusqu'à ce jour sur les Boschismans, soit par Murie et Flower, soit par moi-même, se sont rencontrées également sur des sujets appartenant à nos races européennes.

» Elles n'ont par conséquent rien de caractéristique ; et tout en présentant le plus grand intérêt au point de vue de la myologie comparée des races inférieures, tout en dénotant chez ces dernières une certaine tendance vers la morphologie simienne, elles ne peuvent nous fournir, pour le moment du moins, que des vues plus ou moins rationnelles, mais toujours hypothétiques. Ce n'est que sur des dissections ultérieures, augmentant considérablement le nombre des faits, que l'on pourra plus tard asseoir des conclusions définitives. »

M. DE QUATREFAGES, en présentant la Note de M. le Dr Testut, fait observer combien elle vient à l'appui des objections qu'il a faites depuis longtemps à la théorie animale des origines de l'homme :

« Darwin et ses disciples ont voulu voir dans les anomalies anatomiques, qui reproduisent chez nous, d'une façon plus ou moins complète, les dispositions normales chez certains animaux, autant de *caractères ataviques* témoignant des liens de filiation qui nous rattacheraient aux Mammifères et spécialement aux Singes. Mais, sous peine d'agir avec un arbitraire absolument antiscientifique, ils doivent accepter toutes les anomalies dont il s'agit, comme ayant la même signification. Dès lors, ils sont obligés de placer parmi nos ancêtres tous les animaux dont l'Homme reproduit accidentellement quelque caractère anatomique. De la Note actuelle il résulte qu'on devrait faire figurer dans cet arbre généalogique, non seule-

ment les Singes de tous les types, depuis les Anthropomorphes jusqu'à l'Atèle et au Ouistiti, mais encore des Carnassiers, des Ruminants et des Rongeurs. Les faits publiés antérieurement par M. Testut conduisent même jusqu'aux Serpents.

» La loi de *caractérisation permanente*, une des plus séduisantes qu'ait formulées Darwin, est en désaccord absolu avec cette conséquence. Donc, même en se plaçant au point de vue du transformisme, on ne saurait invoquer les anomalies dont il s'agit ici comme un argument en faveur de l'origine animale de l'Homme et surtout de son origine simienne. »

ZOOLOGIE. — *Sur le sous-maxillaire de la mâchoire chez les Insectes broyeurs.* Note de M. J. **Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La mâchoire des Insectes broyeurs se trouve supportée par une pièce basilaire dont l'importance fonctionnelle ne saurait être contestée, mais qui présente un intérêt plus grand encore au point de vue de la morphologie comparée des pièces buccales et même des organes appendiculaires considérés d'une façon générale. Cependant c'est à peine si elle a été mentionnée par quelques auteurs, parmi lesquels on doit citer Kirby et Spence qui la désignaient sous le nom de *cardo* (charnière), terme rappelant assez heureusement son mode d'articulation ; Brullé lui a donné le nom de *sous-maxillaire* que je conserve ici, afin de n'introduire aucun néologisme dans un exposé déjà très chargé de détails.

» Pour acquérir une connaissance suffisamment exacte des caractères fondamentaux du sous-maxillaire et des variations qu'il peut offrir, il est indispensable de multiplier convenablement les sujets d'étude et de les choisir avec soin, sans limiter les observations aux quelques espèces vulgaires qui ont été presque exclusivement étudiées.

» L'*Oligotoma Saundersii* peut être pris comme point de départ de cette série de recherches analytiques et comparatives. Son sous-maxillaire est, en effet, assez simple : il se montre sous l'aspect d'une petite pièce développée transversalement et se relevant légèrement à sa face interne où s'ébauche une saillie qui ne tardera pas à s'accentuer rapidement sur d'autres types.

» Chez l'*OEdipoda cinerascens*, la forme se modifie déjà notablement, en raison surtout de la configuration de la face inférieure. Celle-ci n'est pas seulement destinée à limiter le sous-maxillaire vers sa base, elle doit encore assurer l'articulation de la mâchoire considérée dans son ensemble :

le gynglyme, à peine représenté dans l'*Oligotoma*, par de légères sinuosités, détermine ici la formation de profondes cavités articulaires qui impriment une physionomie particulière à cette région du sous-maxillaire. Les entomologistes ont depuis longtemps signalé le genre *OEdipoda* comme l'un de ceux où la mâchoire s'articule le plus solidement avec la tête. Cette remarque concorde pleinement, on le voit, avec les résultats de l'analyse anatomique.

» L'aspect général subit chez le *Decticus verrucivorus* de nouveaux changements dont l'origine doit être cherchée dans les faces interne et externe, mais non plus sur la face basilaire : chacune des faces latérales débute par une tubérosité inférieure, puis vient une partie moyenne excavée que surmonte une partie supérieure très saillante, surtout à la face externe. Il en résulte une forme des plus singulières et qui n epeut être exactement interprétée que lorsqu'on examine le sous-maxillaire isolé, dégagé des parties ambiantes.

» Toujours délicate, cette dissection est particulièrement difficile chez le *Gryllus domesticus* dont le sous-maxillaire revêt un aspect qui justifie, mieux encore que chez les types précédents, le nom choisi par Kirby et Spence : les dépressions et les facettes articulaires des faces inférieure et supérieure, l'orientation de la pièce et ses rapports, tout concourt à figurer ici une véritable charnière.

» L'articulation de la mâchoire se trouve, au contraire, assez faiblement constituée dans le *Phasma Japetus* où l'on voit s'effacer plusieurs des caractères propres au *Gryllus domesticus*.

» Cette tendance s'affirme davantage encore dans le *Mantis religiosa :* le sous-maxillaire, développé surtout verticalement, y devient presque anormal et se rapproche beaucoup, par sa configuration générale, de certains maxillaires.

» Dans la Sauterelle verte (*Locusta viridissima*), il affirme mieux le double rôle qui lui est assigné : assurer l'articulation de la mâchoire et lui constituer une base assez solide pour supporter l'ensemble de l'organe et seconder ainsi, suppléer même le maxillaire. Aussi la face inférieure s'excave-t-elle profondément, tandis que les dimensions transversales deviennent plus appréciables.

» Les proportions relatives des différentes parties du sous-maxillaire sont assez profondément modifiées chez l'*Hydrophilus piceus* pour qu'on éprouve quelque difficulté à les reconnaître, surtout dans un examen rapide. La face inférieure est ondulée, la face externe assez courte, la face

interne montre une obliquité marquée et porte une tubérosité qui réclame une attention d'autant plus particulière que cette disposition, indiquée dans l'*Oligotoma Saundersii*, etc., tend à se généraliser chez beaucoup d'autres Insectes broyeurs.

» Leurs mandibules remplissent, on le sait, le rôle le plus actif dans la division et la mastication des aliments; mais les mâchoires y concourent également pour une part variable suivant les espèces, et la saillie inférieure de la face interne acquiert à ce point de vue une importance toute spéciale. Elle n'avait pas échappé à Latreille, qui la mentionne parfois sous le nom de *molaire*. On la retrouve assez constamment; mais elle offre de fréquentes modifications : je me borne à indiquer les suivantes.

» Chez le *Carabus auratus*, cette saillie occupe une situation intermédiaire entre la face inférieure et la face interne; dans le *Forticula auricularia*, elle devient conique et figure une dent lacérante plutôt qu'une dent broyeuse; chez le *Blaps producta*, elle semble faire défaut; mais son absence se trouve compensée par une disposition particulière : le sous-maxillaire dépassant notablement le maxillaire, surtout en dedans, la face interne du sous-maxillaire vient faire saillie à la base du maxillaire et peut ainsi remplir, dans sa totalité, le rôle généralement réservé à la « molaire » indiquée plus haut.

» Bien que réduites à leurs points essentiels, les descriptions précédentes suffisent à montrer, d'une part, tout l'intérêt qui s'attache à l'étude morphologique du sous-maxillaire et, d'un autre côté, les variations que présente cette pièce trop souvent méconnue et dont l'exacte interprétation est indispensable pour l'étude comparative des organes appendiculaires chez les Arthropodes. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la transpiration des végétaux sous les tropiques.* Note de M. V. Marcano, présentée par M. Duchartre.

« Depuis Woodward, au XVIIe siècle, jusqu'à nos jours, la transpiration des feuilles a été, de la part de divers savants, l'objet d'études nombreuses et bien connues; mais, malgré le nombre d'observations faites en Europe, le sujet est loin d'être épuisé, surtout en ce qui concerne les climats tropicaux, où la végétation est placée dans des conditions si différentes de celles des régions tempérées, conditions encore peu étudiées.

» J'avais été conduit, par cette considération, à entreprendre sur la circulation de la sève, dans les arbres végétant au voisinage de l'équateur, des

expériences dont j'ai déjà eu l'honneur de communiquer les résultats à l'Académie, dans la séance du 30 juillet 1883. Je viens la prier de vouloir bien accueillir le résumé de recherches faites également à Caracas (Venezuela) sur l'évaporation de l'eau par les feuilles, recherches qui apportent des faits nouveaux à la discussion et de plus complètent mon précédent travail et en vérifient les conclusions.

» Parmi les méthodes connues qui pouvaient s'appliquer à déterminer les pertes par évaporation dans une plante, j'ai adopté la plus simple, partant la plus juste, quand il s'agit d'un phénomène naturel complexe.

» Voici en résumé la manière d'opérer :

» On prend deux pots à fleur, en matière imperméable, de même nature et de dimensions parfaitement égales : on les remplit d'un poids égal de la même terre rendue homogène. Dans l'un d'eux on place la plante à étudier et on les installe sur les deux plateaux d'une balance en les arrosant d'un même poids d'eau à chaque fois. Il suffit alors de rétablir l'équilibre dans le système, heure par heure, ou à des intervalles plus rapprochés, s'il y a lieu, pour suivre la marche de l'évaporation des feuilles, sans empêcher ni entraver celle de la terre, ce qui est important, puisqu'on connaît l'influence d'une pression, même très faible, sur l'absorption des liquides par les racines. On opère de cette façon dans des conditions tout à fait normale.

» Les expériences ont porté sur un Chou, un Avocatier (*Laurus Persea*) cultivé dans l'eau, un *Colocasia esculenta*, un *Agave* et une touffe de Maïs; elles ont embrassé sans discontinuité une période de six mois. On a tenu compte de l'état hygrométrique de l'air, seule condition météorologique qui ait présenté des variations, les autres (température et pression) étant d'une fixité très grande.

» Tout l'ensemble des nombreux résultats obtenus se résume par les faits suivants :

» 1° Les plantes sous les tropiques évaporent pendant la nuit (de 6^h du soir à 6^h du matin) une quantité d'eau sensiblement égale à celle qu'elles évaporent le jour [1].

» 2° L'évaporation pendant le jour a lieu le matin principalement (entre 6^h et midi). Elle présente un maximum remarquable par sa constance et sa grandeur qui est la moitié et même souvent les trois quarts de la quan-

---

[1] On n'a observé qu'une seule fois une évaporation nulle pendant la nuit, celle du jour étant mesurable, quoique très faible. Ce fait, unique dans une série très longue d'observations, s'est produit à la fin d'une journée exceptionnellement pluvieuse.

tité d'eau évaporée pendant les douze heures du jour. Ce maximum a lieu généralement après $10^h 15^m$ et presque toujours avant midi. A partir du moment de la culmination du soleil jusqu'à 6^h du soir, l'évaporation est très faible; il a été impossible d'observer s'il se produit, dans ce dernier cas, un maximum pendant cette période.

» 3° L'état hygrométrique de l'air paraît sans influence notable sur le phénomène.

» Les maxima du matin méritent d'être signalés, parce qu'ils correspondent exactement aux minima des courbes de pression de la sève. Sur ce point j'ai institué des expériences de contrôle direct, dans lesquelles on suivait simultanément la marche d'un petit manomètre implanté sur un arbre et celle de l'évaporation. L'allure des deux courbes est inverse; la tombée brusque du mercure jusqu'à zéro correspond exactement à l'augmentation des quantités d'eau évaporées par les feuilles.

» L'évaporation nocturne des feuilles constitue un fait qui paraît en contradiction avec les résultats obtenus jusqu'à présent par d'autres observateurs (Miller, Guettard, Daubeny, Lawes, Sachs, Dehérain) qui ont attribué à la lumière seule ou combinée avec la chaleur un effet décisif sur la transpiration végétale. Le fait de la transpiration nocturne, si nettement accusé dans mes expériences, est général pour la végétation intertropicale et expliquerait le phénomène fréquent et si remarquable dont parle M. Boussingault dans l'*Economie rurale* (1), ouvrage auquel nous empruntons les lignes suivantes :

« Dans les régions très chaudes, il est rare de bivouaquer dans une clairière, lorsque la nuit est favorable à la radiation, sans entendre l'eau dégoutter continuellement des arbres environnants. »

» Et l'illustre savant avait déjà pensé à la transpiration des feuilles comme pouvant être une des causes du phénomène en question, puisqu'il ajoute :

« Il est possible que la transpiration des parties vertes des végétaux vienne s'ajouter à a rosée et augmenter l'intensité du phénomène, etc. »

» On peut donc attribuer une partie de cette pluie nocturne au fait de la transpiration des feuilles pendant la nuit, l'eau ainsi versée dans l'atmosphère se condensant pour retomber à l'état de gouttes. »

---

(1) Vol. II, p. 718.

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur un nouveau genre de graines du terrain houiller supérieur.* Note de MM. **B. Renault** et **R. Zeiller**, présentée par M. Daubrée.

« Le nombre des genres de graines fossiles découvertes surtout à la partie supérieure du terrain houiller est déjà fort considérable et a lieu de surprendre, si on le compare à celui des tiges de la même époque signalées jusqu'ici et auxquelles ces graines variées pourraient se rapporter.

» Cependant nous venons en augmenter le nombre, en donnant la description d'un nouveau genre, rencontré à l'état d'empreinte par M. Fayol dans les grès argileux des houillères de Commentry et remarquable par les organes délicats de dissémination qui couronnent l'extrémité micropylaire de la graine chez les différentes espèces rentrant dans ce genre.

» Ces graines sont petites, elliptiques sur une coupe longitudinale, circulaires ou ovales sur une coupe transversale, présentant quelquefois un certain nombre de crêtes saillantes correspondant à autant de côtes longitudinales; dans toutes, le tégument, de faible épaisseur, se continue en dessus par un organe divisé, lors de la maturité de la graine, en trois ou quatre branches recouvertes de nombreux poils très fins, plus ou moins étalés et parfaitement distincts; l'une des fonctions de cette partie de l'enveloppe était de permettre à la graine d'être facilement emportée par les vents.

» On a déjà signalé (1) l'existence de graines silicifiées, contenues dans une sorte d'ovaire incomplet et surmontées d'un appareil disséminateur semblable, mais d'une époque plus ancienne, puisqu'elles appartiennent aux couches houillères de Rive-de-Gier.

» Les dimensions peu différentes des graines adultes trouvées à l'état d'empreinte à Commentry et de celles plus jeunes conservées par la silice, la faible épaisseur du tégument observée chez les unes comme chez les autres, la présence d'un appareil disséminateur analogue, sont autant de raisons qui nous engagent à les réunir dans un même genre que nous désignerons sous le nom de *Gnetopsis* (2).

(1) *Comptes rendus*, 5 mars 1883.

(2) La persistance de l'appareil disséminateur sur les graines échappées de l'ovaire est le caractère qui nous conduit à séparer ces graines du genre *Stephanospermum*, chez lequel il n'a, jusqu'à présent du moins, pas été observé.

« Le genre *Gnetopsis* renferme actuellement les trois espèces suivantes : *G. elliptica, G. trigona, G. hexagona;* la première a été trouvée à l'état silicifié dans les conglomérats quartzeux de Rive-de-Gier; les deux dernières viennent du terrain houiller de Commentry.

» *Gnetopsis elliptica.* — Graines à section transversale elliptique, tégument unique de faible épaisseur, enveloppe *nucellaire* parcourue par quatre faisceaux vasculaires opposés deux à deux à chaque extrémité du diamètre de l'ellipse et s'élevant de la chalaze jusqu'à la chambre pollinique, où l'on trouve encore des grains de pollen; sac embryonnaire renfermant vers le haut deux corpuscules placés dans le plan principal de la graine.

» Les jeunes graines, longues de $2^{mm},5$ et larges de $1^{mm},2$, sont surmontées d'un appareil disséminateur, d'abord formant entonnoir au moment de la pollinisation, puis se divisant plus tard en un certain nombre de branches longues de 5^{mm} à 6^{mm} et couvertes de poils. On les trouve encore contenues au nombre de deux ou quatre dans une sorte d'ovaire ouvert et entourées complètement de longs poils qui achevaient la protection. Pendant la pollinisation, la forme première en entonnoir ou en tube de l'appareil disséminateur permettait aux grains de pollen d'arriver plus sûrement à travers les poils dans la chambre pollinique. L'ovaire incomplet est formé par la soudure partielle de deux bractées à bords supérieurs dentelés et légèrement rejetés en dehors; on trouve dans l'épaisseur du tissu de ces bractées cinq à sept faisceaux vasculaires à trachées internes et s'élevant jusque dans les dentelures. La hauteur de l'ovaire est de $6^{mm},4$ et sa largeur de $3^{mm},4$; il est terminé inférieurement par un prolongement recourbé qui semble avoir été le point d'attache; le nombre assez considérable d'ovaires détachés et épars dans le même fragment de silice indique qu'ils étaient réunis par groupe sur un même rameau.

» *Gnetopsis trigona.* — Graines à section transversale marquée à l'extérieur de trois crêtes saillantes correspondant à trois côtes longitudinales allant de la chalaze au micropyle, à tégument de faible épaisseur, longues de 4^{mm} et larges de 2^{mm}. L'appareil disséminateur forme d'abord au-dessus de la graine une petite colonne de $0^{mm},8$ de longueur, puis se divise en trois branches égales, longues de $8^{mm},5$ et couvertes de poils déliés. La graine, étant mûre, s'était échappée de la cavité ovarienne.

» *Gnetopsis hexagona.* — Graines à section transversale marquée extérieurement de six crêtes saillantes correspondant à six côtes longitudinales allant de la chalaze au micropyle, à tégument de faible épaisseur, longues de 3^{mm} et larges de $1^{mm},7$. L'appareil disséminateur, long de

18^{mm}, forme d'abord une sorte de tube presque cylindrique qui se résout plus ou moins promptement en trois branches; l'une de ces branches se divise à son tour en deux autres à une distance de 12^{mm} environ à partir de la base; toutes sont couvertes de poils fins et étalés; les branches, dans cette espèce, sont moins écartées que dans celle qui précède.

» La présence de corpuscules dans le sac embryonnaire et d'une chambre pollinique très visible au sommet du nucelle dans les jeunes graines silicifiées, jointe à l'existence d'un système vasculaire en dedans du tégument, rapproche ces graines de celles des *Cycadées* et des *Gnétacées*, mais le prolongement de ce système entre les membranes qui représentent les restes du nucelle, depuis la chalaze jusqu'à la chambre pollinique, rappelle plus particulièrement le genre *Gnetum* parmi les Gnétacées; quoiqu'il y ait des différences sensibles dans les détails d'organisation, nous avons voulu cependant faire allusion aux analogies importantes que nous venons de signaler en désignant ce genre des plus remarquables par le nom de *Gnetopsis* ».

M. Edm. Becquerel fait hommage à l'Académie, de la part de S. Exc. le Ministre du Japon à Paris, d'une série très intéressante d'observations météorologiques faites à Tokio, depuis août 1882 à août 1883.

« Les Tableaux, traduits en français, comprennent des observations de pression barométrique, de température, des vents, de l'état du ciel, de l'hygrométrie, et des observations magnétiques. La pression barométrique et la déclinaison magnétique ont été observées jour et nuit, toutes les heures; les autres observations sont faites toutes les trois heures. En outre, des déterminations bien plus fréquentes ont été faites, avec un soin scrupuleux, aux jours et heures prescrits par la Commission polaire internationale; le Tableaux de ces observations spéciales seront transmis à la Commission polaire.

» Le Gouvernement japonais publie un Bulletin météorologique tout à fait semblable à celui que publie notre Bureau central. Ce Bulletin contient chaque jour les renseignements fournis par vingt-deux stations, et est accompagné d'une Carte sur laquelle sont tracées les lignes d'égale pression barométrique, de manière à pouvoir en suivre facilement les déplacements d'un jour à l'autre; les observations de chaque mois sont réunies en un Volume, et plusieurs de ces Volumes sont offerts à l'Académie.

» A ces publications est joint un exemplaire des observations publiées par l'Observatoire naval de Tokio, en 1883.

» M. Ed. Becquerel est heureux d'appeler l'attention de l'Académie sur les récents progrès accomplis par le Gouvernement japonais, qui est parvenu à réaliser une installation très complète d'observations météorologiques et magnétiques et qui fait exécuter ces observations avec un zèle et un soin digne de tous les éloges; les renseignements que donneront ces séries d'observations seront certainement très précieux pour l'étude de la Physique du globe. »

M. Ch.-V. Zenger transmet à l'Académie des observations sur le nombre et la forme des zones d'absorption présentées par les photographies solaires, de la fin de mai au milieu de juin 1884. Parallèlement à ces indications et dans le but d'établir une corrélation entre les variations d'aspect du disque solaire et les phénomènes météorologiques, l'auteur a relevé, pour les jours correspondants de la même période, les données qui se rapportent aux orages et à la pression barométrique.

M. Hauvel communique à l'Académie une courbe des températures moyennes mensuelles pour l'année 1884 à Paris.

Cette courbe sera conservée dans les Archives de l'Académie, et la comparaison des températures annoncées aux températures observées pour les six derniers mois de l'année courante permettra d'apprécier la valeur des idées théoriques qui ont guidé l'auteur dans ses prévisions.

A propos des Communications présentées dans la dernière séance sur un bolide observé, dans la soirée du 28 juin, à Concarneau et à Paris, M. Dumans transmet à l'Académie de nouveaux détails sur l'observation du même bolide à Pont-l'Évêque et à Saon, près Bayeux.

M. F. Garrigou adresse une Note portant pour titre : « Les métaux dans la substance des plantes ».

M. L. Hugo adresse la suite de ses « Recherches sur la forme théorique des corps simples ».

A 5 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie. J. B.

COMITÉ SECRET DU 30 JUIN.

La Section de Chimie a présenté, par l'organe de son doyen, M. Chevreul, la liste suivante de candidats à la place vacante dans cette Section par suite du décès de M. *Wurtz*.

En première ligne.	M. Troost.
En deuxième ligne.	M. Schutzenberger.
En troisième ligne, ex æquo *et par lettre alphabétique*.	M. Gautier. M. Grimaux. M. Jungfleisch.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 15 JUILLET 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie que le tome XCVII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection, faite par l'Académie, de M. *L. Troost,* pour remplir la place laissée vacante dans la Section de Chimie par le décès de M. Wurtz.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. Troost prend place parmi ses Confrères.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la règle de Newton pour trouver le nombre des racines imaginaires des équations algébriques numériques;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. Une équation algébrique, rationnelle et numérique, étant donnée, on peut, selon l'objet qu'on se propose :

» 1° Avoir besoin de connaître le nombre exact de ses racines imaginaires, ainsi que leurs valeurs numériques;

» 2° Se contenter de savoir si elle en possède;

» 3° Vouloir déterminer une limite inférieure du nombre de ces racines.

» II. Sturm a, le premier (en 1829), découvert une solution complète de la détermination des racines réelles d'une équation numérique donnée, et de son théorème, justement célèbre, découle la connaissance du nombre exact des racines imaginaires de l'équation.

» Si la théorie pure était ici en cause, j'aurais d'autres noms à citer après le sien : MM. Sylvester, pour son beau théorème de 1839 [1]; Hermite, pour ses grands Mémoires de 1855 à 1857, et pour une méthode nouvelle de détermination du nombre des racines réelles, qui en est comme la conclusion [2]; Cayley, Brioschi, Kronecker, etc., pour leurs profondes recherches sur les fonctions de Sturm [3]; Darboux, pour l'important Mémoire où il fait ressortir, avec de nombreuses conséquences, le lien qui unit les théorèmes de Sturm, de Sylvester et d'Hermite, en prenant pour point de départ la méthode de ce dernier géomètre, démontrant de la sorte, sans aucune considération de continuité, le théorème de Sturm [4]; Laguerre, pour son travail sur les équations numériques, l'un des plus importants et des plus remarquables parmi tous ceux que je viens de mentionner,

---

[1] Énoncé dans le *Philosophical Magazine* (1839), démontré par Sturm dans le *Journal de Mathématiques*, t. VII, et par Borchardt dans le tome XII du même Recueil. Il a pour objet de faire connaître l'expression algébrique des *fonctions de Sturm* en fonction des racines de l'équation.

[2] *Journal de Crelle.*

[3] Les Mémoires de ces illustres savants ont paru dans divers Recueils. M. Hattendorff les a résumés tous dans un Ouvrage récent. On trouve aussi une excellente exposition du théorème de M. Sylvester et des travaux de M. Hermite dans le *Cours d'Algèbre supérieure* de M. Serret (t. I, 3e édition, p. 581).

[4] *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. VIII (1875), p. 56 et 92.

où se trouve une solution différente et nouvelle de ce problème difficile [1]. Mais, au point de vue pratique où je me place, le théorème de Sturm suffit quand il ne s'agit que du nombre des racines imaginaires. Quant à ce qui concerne la séparation et le calcul de ces racines, M. O. Bonnet, prenant pour point de départ le fameux théorème de Cauchy, qui domine toute la théorie des équations [2], a, par un habile mélange de considérations géométriques et algébriques, donné une solution, aussi complète qu'élégante [3], de cette question difficile, dont Cauchy n'avait fait que tracer les grandes lignes, dans une Note faisant suite à ses *Leçons sur le Calcul différentiel.*

» Ces diverses méthodes, qui présentent d'ailleurs des degrés divers dans la facilité de leur application au Calcul numérique, répondent donc complètement à la première des trois questions ci-dessus, et forment la base inébranlable de l'édifice algébrique dans cette partie de la théorie générale des équations.

» III. Pour répondre à la deuxième question, l'Algèbre fournit d'assez nombreux pronostics, dont quelques-uns n'exigent que la simple inspection des signes et des valeurs numériques des coefficients [4]. Il y a des cas, selon l'objet qu'on se propose, où ces indications immédiates suffisent; mais il s'en présente d'autres où une plus grande précision est nécessaire, sans qu'il faille néanmoins recourir aux méthodes exactes, mais nécessairement moins simples, de la première catégorie. On trouve alors de précieuses ressources parmi celles qui répondent à la troisième question.

» IV. Il y en a plusieurs : les unes, dérivées de la *Règle des signes de Descartes,* et, avant tout, cette Règle elle-même; les autres, fondées, en général, sur la condition à laquelle satisfont les coefficients d'une équation du second degré dont les racines sont imaginaires, combinée avec la nature des signes de ces coefficients.

» Parmi ces dernières, la *Règle de Newton* me paraît occuper le premier

---

(1) *Journal de Mathématiques* (1883).

(2) Sur ce vaste sujet, on peut consulter un intéressant Mémoire de l'abbé Moigno dans e tome V du *Journal de Mathématiques;* plusieurs articles de M. Abel Transon dans le tome VII (2e série) des *Nouvelles Annales de Mathématiques,* etc.

(3) *Nouvelles Annales de Mathématiques,* t. XII.

(4) Voir les Traités d'Algèbre. M. le professeur Colombier en a réuni plusieurs dans un Mémoire inséré aux *Nouvelles Annales de Mathématiques* pour 1868, etc. Il y a lieu de citer aussi divers travaux de M. Prouhet, de M. Guilmin et du P. Poulain dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques,* ainsi que de M. Faà de Bruno dans le *Journal de Liouville.*

rang. Avant Newton, Du Gua ([1]), après lui, Campbell ([2]), Maclaurin ([3]), Euler ([4]), et plusieurs géomètres modernes, en ont présenté d'autres, dont plusieurs reposent sur les mêmes principes et semblent n'avoir pour objet que de la perfectionner. Toutefois, comme elles ne tendent vers ce but qu'en la compliquant plus ou moins, sans en tirer d'ailleurs autre chose que ce qu'elle donne elle-même, je veux dire une limite inférieure du nombre des racines imaginaires, et qu'en outre elles ne reposent pas sur des démonstrations solides, c'est, en somme, à la règle de Newton qu'il semble convenable de donner la préférence, car elle concilie l'exactitude avec la plus grande simplicité comparative.

» En voici l'énoncé, tel que Newton l'a donné dans le chapitre de son *Arithmetica universalis* intitulé : « *De natura equationum* ».

» *Règle.* — Écrivez la suite des fractions dont les dénominateurs soient les nombres 1, 2, 3, 4, ... jusques et y compris m (m marquant le degré de l'équation proposée), et prenez pour leurs numérateurs respectifs les mêmes nombres écrits dans l'ordre inverse.

» Divisez chacune de ces fractions par celle qui la précède immédiatement, et écrivez les quotients fractionnaires ainsi obtenus au-dessus des termes intermédiaires de l'équation compris entre le premier et le dernier (en ayant soin de tenir compte de ceux de ces termes qui manquent et auxquels vous affecterez le coefficient zéro).

» Au-dessous de chacun des termes intermédiaires de l'équation, écrivez le signe +, si son carré multiplié par la fraction qui le surmonte est plus grand que le produit des coefficients des termes entre lesquels il est compris (en tenant compte de leurs signes). Écrivez au contraire, le signe —, si le carré dont il s'agit est moindre que ce produit.

» Si plusieurs coefficients nuls se succèdent sans interruption, placez le signe — sous le premier de cette séquence, le signe + sous le deuxième, et ainsi de suite alternativement, en ayant soin toutefois de donner toujours le signe + au dernier d'entre eux, si les termes qui comprennent la séquence ont des signes contraires.

» Enfin écrivez le signe + sous le premier et le dernier terme de l'équation.

» Autant vous compterez de variations dans cette suite de signes + et —, autant (au moins) l'équation aura de racines imaginaires.

» V. Comme les fractions multiplicatrices, dont cette méthode fait usage, peuvent être calculées une fois pour toutes pour chaque valeur de m et réunies dans un tableau dressé à l'avance, on voit que la règle de Newton fournit un moyen simple et rapide de résoudre la question proposée.

» Cela étant, on s'étonnerait que, pendant près d'un siècle, elle soit

---

([1]) *Mémoires de l'Académie des Sciences*; 1741.
([2]) *Philosophical Transactions*, n° 404 ; 1726.
([3]) *Ibid.*, n° 408.
([4]) *Calcul différentiel* d'Euler.

tombée dans un tel abandon, qu'on ne la trouve presque jamais citée par les auteurs qui ont publié des travaux originaux sur les équations numériques ou des livres destinés à l'enseignement ([1]), si l'on ne savait que les géomètres du siècle dernier (qui s'en étaient beaucoup occupés) n'en avaient proposé aucune démonstration satisfaisante (Newton d'ailleurs n'en donnant aucune), et que, par suite, il était permis de ne pas oser s'appuyer sur elle pour des recherches exactes.

» A la vérité, Newton termine le Chapitre où elle est exposée en disant : « *plures enim* (radices impossibiles) ([2]) *esse possunt*, LICET ID PERRARÒ EVENIAT », et cette dernière affirmation du grand géomètre, aussi connu par sa réserve que par sa modestie, était de nature à en rehausser le crédit. Toutefois comme, en Mathématiques, on veut posséder la certitude, l'abstention que j'ai remarquée était justifiée jusqu'à un plus ample informé.

» VI. Ce motif n'existe plus depuis que M. Sylvester a démontré la règle de Newton et donné, à cette occasion, un théorème et même deux théorèmes plus généraux. M. Genocchi a fait paraître, en 1867, une démonstration profonde et rigoureuse des théorèmes de M. Sylvester, d'après les principes et en suivant la marche indiquée par l'illustre géomètre ([3]).

» Le moment paraît donc venu de tirer la règle de Newton de l'espèce d'oubli dans lequel elle a été laissée si longtemps. Elle mérite d'être connue et pratiquée au même titre que sa méthode d'approximation pour l'évaluation des racines, et bien mieux encore, puisque les indications qu'elle donne, sans aucun artifice de calcul, sans aucune préparation

---

([1]) Sauf M. Genocchi, qui en a donné un énoncé (sous une autre forme que celle de Newton) dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* pour 1858, et qui l'a démontrée, d'après M. Sylvester, dans un article inséré en 1867 dans le même Recueil, à l'occasion d'un théorème de cet illustre géomètre, d'où on peut le déduire, M. Laguerre est, à ma connaissance du moins, le seul géomètre qui l'ait citée « comme étant importante », et qui en ait fait usage dans un Mémoire inséré aux *Acta mathematica* de M. Mittag-Leffler, 4 : 2 (1884). Toutefois on m'informe que M. Petersen la cite dans son *Traité d'Algèbre*.

([2]) C'est ainsi que Newton les appelle. Avant lui, on disait : *falsæ*, aujourd'hui on les nomme *imaginaires*, locution qui ne vaut guère mieux que les deux autres.

([3]) *Nouvelles Annales de Mathématiques* (t. VII, 3e série, 1867), p. 5.

C'est à des recherches du même genre que celles de M. Sylvester dont il est ici question que paraissent se rattacher les travaux distingués publiés, en 1883, par M. André dans les *Annales de l'École Normale* et dont les *Comptes rendus* ont donné un bref résumé.

pour débarrasser l'équation de ses racines égales, ni autre, souvent même sans aucun calcul écrit, sont *toujours* rigoureusement vraies. Elle peut rendre d'utiles services. Pour n'en citer qu'un exemple, elle indique, à première vue, que les quatre racines d'une équation célèbre, qui joue un rôle essentiel dans le Mémoire de Le Verrier sur la théorie de la planète Uranus ([1]), sont imaginaires, et aurait dispensé l'illustre auteur des calculs plus compliqués auxquels il a dû se livrer pour le reconnaître avec certitude.

» Ce cas est un de ceux, très fréquents selon Newton, nombreux selon l'expérience qu'on en peut faire, où la limite que la règle fait connaître est aussi le maximum du nombre des racines imaginaires que le degré de l'équation comporte, où, par conséquent, elle donne, non plus seulement une limite inférieure, mais le nombre exact de ces racines.

» VII. Pour justifier plus complètement une préférence définitive en sa faveur, il reste un point à éclaircir : la limite inférieure qu'elle fait connaître n'est-elle *jamais* plus basse que celle fournie par la règle de Descartes qui, rigoureuse comme elle, a, dans l'application, l'avantage d'une simplicité encore plus grande?

» Il me paraît n'exister à cet égard que de fortes présomptions, fondées, d'une part, sur ce que, à ma connaissance du moins, l'expérience confirme toujours ou sa supériorité très fréquente ([2]), ou au moins son égalité, et, d'autre part, sur la considération suivante :

([1]) Cette équation est la suivante :

$$5797x^4 + 4951x^3 + 5892x^2 + 2876x + 6942 = 0.$$

L'application de la règle de Newton donne, à vue et sans calcul, la suite des signes

$$+ \quad - \quad + \quad - \quad +,$$

qui dénote *avec certitude* quatre racines imaginaires, dont M. Koralek a calculé les valeurs exactes par une méthode qui lui est propre (*Nouvelles Annales*, 1854).

Je n'ignore pas que, dans ce cas, il existe *accidentellement* des pronostics, très simples aussi, qui conduisent à la même conclusion; mais il est plus sûr d'avoir à sa disposition une règle constante et facile, propre à tous les cas, sans surcharger la mémoire de plusieurs autres qui sont d'une application fortuite, réservant toujours, bien entendu, la méthode de Sturm pour les cas où, la précision absolue étant requise, il arrive que la règle de Newton ne la procure pas.

([2]) Ainsi, pour l'équation citée plus haut, la règle de Descartes indique la possibilité de quatre racines réelles (négatives), tandis que celle de Newton affirme (ce qui est) qu'elles sont toutes les quatre imaginaires. Je pourrais donner beaucoup d'autres exemples sem-

» Les indications données par la règle de Descartes reposent seulement sur l'examen des signes des termes de l'équation; celle de Newton fait entrer en ligne de compte, outre ces signes, les valeurs numériques des coefficients, et elle fait intervenir les uns et les autres d'une façon analogue à celle qui sert de critérium démontré pour les équations du second degré.

» La conclusion est donc très *vraisemblable et probable*, mais il faudrait la justifier *rigoureusement*. Il y a dans cette recherche de quoi tenter utilement les géomètres qui cultivent avec succès cette branche de l'Algèbre, et je me permets de la signaler à leur pénétration.

» Dans une prochaine Communication je compléterai, en ce qui concerne la découverte de M. Sylvester et d'après des investigations que j'ai pu faire en dernier lieu, les indications historiques, trop brèves, que j'ai données plus haut (VI). Ce sera pour moi une occasion nouvelle d'insister, avec l'appui de cette haute autorité scientifique, sur l'importance de la recherche que je me permets de signaler aux géomètres et sur les difficultés qu'ils doivent s'attendre à y rencontrer. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation en matrices $px = xq$*; par M. SYLVESTER.

« Soient p et q deux matrices de l'ordre ω.

» Pour résoudre l'équation $px = xq$, on obtiendra ω^2 équations homogènes linéaires entre les ω^2 éléments de l'inconnue x et les éléments de p et de q, de sorte que, afin que l'équation donnée soit résoluble, les éléments de p et de q doivent être liés ensemble par une et une seule équation.

» Mais, si l'*équation identique* en p est écrite sous la forme

$$p^{\omega} + \mathrm{B}p^{\omega-1} + \mathrm{C}p^{\omega-2} + \ldots + \mathrm{L} = 0,$$

---

blables. Je me bornerai au suivant. Soit

$$x^6 - x^5 + 3x^4 - x^3 + 3x^2 - x + 2 = 0$$

l'équation proposée, dont toutes les racines sont imaginaires.

La règle de Descartes indique la possibilité de six racines réelles, positives. Celle de Newton signale, à peu près sans calcul, l'existence de six racines imaginaires. Si l'on voulait recourir à la méthode de Sturm, on serait conduit à des calculs très pénibles, les coefficients de la quatrième seulement des six fonctions à obtenir ayant déjà cinq chiffres chacun.

on aura apparemment, en vertu de l'équation $p = xqx^{-1}$,

$$xq^{\omega}x^{-1} + \mathrm{B}xq^{\omega-1}x^{-1} + \mathrm{C}xq^{\omega-2}x^{-1} + \ldots + \mathrm{L} = 0$$

ou bien

$$q^{\omega} + \mathrm{B}q^{\omega-1} + \mathrm{C}q^{\omega-2} + \ldots + \mathrm{L} = 0;$$

donc les ω racines de q seront identiques avec celles de p et, au lieu d'une seule équation, on aura en apparence (*au moins*) ω équations entre les éléments de p et de q.

» Pour faire disparaître ce paradoxe, il n'y a qu'une seule supposition à faire : c'est que x, sous les suppositions faites, devient une matrice vide, car alors x^{-1} n'a plus une existence actuelle, et l'équation $p = xqx^{-1}$ n'aura pas lieu ; c'est ce qu'on va voir arriver *dans le cas général*, où $px = xq$.

» Pour fixer les idées, supposons $\omega = 1$ et faisons

$$p = \begin{vmatrix} a & b \\ c & d \end{vmatrix}, \quad q = \begin{vmatrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{vmatrix}, \quad x = \begin{vmatrix} \lambda & \mu \\ \nu & \pi \end{vmatrix}.$$

» En égalant px à xq, on obtient les quatre équations simultanées et homogènes entre λ, μ, ν, π suivantes :

$$\begin{aligned} (a-\alpha)\lambda + c\mu - \beta\nu + 0\pi &= 0, \\ b\lambda + (d-\alpha)\mu + 0\nu - \beta\pi &= 0, \\ -\gamma\lambda + 0\mu + (a-\delta)\nu + c\pi &= 0, \\ 0\lambda + \gamma\mu + b\nu + (d-\delta)\pi &= 0; \end{aligned}$$

et conséquemment on aura

$$\begin{aligned} b^2c^2 + \beta^2\gamma^2 - 2bc\beta\gamma - 2abcd - 2\alpha\beta\gamma\delta + (bc+\beta\gamma)(a+d)(\alpha+\delta) \\ - bc(\alpha^2+\delta^2) - \beta\gamma(a^2+d^2) + \alpha\delta(a^2+d^2) \\ + 2ad\alpha\delta + a^2d^2 + \alpha^2\delta^2 - (a+d)(\alpha+\delta)(ad+\alpha\delta) = 0, \end{aligned}$$

ou, en écrivant $a + d = \mathrm{B}$, $ad - bc = \mathrm{D}$, $\alpha + \delta = \mathrm{C}$, $\alpha\delta - \beta\gamma = \mathrm{F}$,

$$(\mathrm{D}-\mathrm{F})^2 + (\mathrm{B}-\mathrm{C})(\mathrm{BF}-\mathrm{CD}) = 0;$$

c'est-à-dire, si R est le résultant de $\mathrm{X}^2 - \mathrm{B}x + \mathrm{D}$, $\mathrm{X}^2 - \mathrm{C}x + \mathrm{F}$, $\mathrm{R} = 0$ sera la condition générale de la possibilité de satisfaire à l'équation $px = xq$.

» Il est facile de faire voir que ce résultat peut être étendu au cas général où p et q sont des matrices de l'ordre ω : on n'a qu'à démontrer que

si une des racines latentes de p est égale à une de q, l'équation $px = xq$ est résoluble et de plus, sans que cette condition soit satisfaite, l'équation est irrésoluble. Soient donc $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_\omega$ les racines latentes de β et μ_1, $\mu_2, \ldots, \mu_\omega$ de q et supposons que $\lambda_1 = \mu_1$ alors

$$(p - \lambda_1)x = x(q - \mu_1),$$

et l'on peut satisfaire à cette équation en écrivant

$$x = (p - \lambda_2)(p - \lambda_3)\ldots(p - \lambda_\omega)(q - \mu_2)(q - \mu_3)\ldots(q - \mu_\omega).$$

» Conséquemment, si les racines latentes de p et de q sont les racines des deux formes algébriques $X^\omega + BX^{\omega-1} + \ldots + L$, $X^\omega + Cx^{\omega-1} + \ldots + M$, quand R (le résultant de ces deux formes) s'évanouit, le résultant des ω^2 équations homogènes linéaires obtenues en égalant $px = xq$ s'évanouira; mais R est indécomposable et du même degré (ω^2) que ce dernier résultant dans les éléments de p et q. Conséquemment les deux résultants (à un facteur numérique près) sont identiques: ce qui démontre que la condition $R = 0$ est non pas seulement nécessaire, mais de plus suffisante afin que $px = xq$ soit résoluble.

» Pour ce qui regarde la valeur de x, posons $x = UV$, où

$$U = (p - \lambda_2)(p - \lambda_3)\ldots(p - \lambda_\omega); \quad V = (q - \mu_2)(q - \mu_3)\ldots(q - \mu_\omega),$$

le seul fait que x contient U comme facteur ou que x contient V comme facteur suffit à constater que x n'est pas seulement vide, mais de plus possède au moins $\omega - 1$ degrés de nullité, c'est-à-dire que tous ses déterminants mineurs du second ordre sont des zéros.

» Cela est la conséquence d'un théorème que j'ai démontré dans le *John Hopkins Circular* relatif au degré de nullité des combinaisons des *facteurs latents* d'une matrice dont le théorème relatif à l'*équation* dite *identique* de Cayley ou de Hamilton n'est qu'un cas particulier, ou pour mieux dire le cas extrême; seulement il faut y ajouter un théorème qui fait partie de ma troisième loi de mouvement algébrique, c'est-à-dire que le degré de nullité d'un facteur ne peut jamais excéder le degré de nullité du produit auquel il appartient.

» Nous avons donc complètement résolu le paradoxe qui était à expliquer. Mais, sur-le-champ, une nouvelle contradiction surgit, car il semble que nous avons démontré que, dans *tout* cas sans exception, si $px = xq$, x est nécessairement une matrice vide, ce qui est évidemment faux, car

on sait bien que, si, ω étant de l'ordre de p et de q, $q = \sqrt[\omega]{1}p$, alors, afin que l'équation $px = xp$ soit résoluble, il n'est jamais nécessaire que x soit vide. Ainsi, par exemple, pour les matrices binaires, l'équation $qx = xq$ est satisfaite quand x est une fonction quelconque de q, et l'équation $qx = -xq$ est résoluble, pourvu que q^2 soit *scalar*, en imposant deux conditions (dont une que son carré soit *scalar*) sur x. Pour lever cette contradiction, revenons au cas où $\omega = 2$ et aux équations fondamentales

$$\begin{aligned}(a-\alpha)\lambda + c\mu - \beta\nu &= 0,\\ b\lambda + (d-\alpha)\mu - \beta\pi &= 0,\\ -\gamma\lambda + (a-\delta)\nu - c\pi &= 0,\\ -\gamma\mu + b\nu + (d-\delta)\pi &= 0.\end{aligned}$$

» Certes, si ces équations donnent des valeurs *déterminées* aux rapports λ, μ, ν, π, le raisonnement précédent rend certain que x doit être vide, c'est-à-dire que $\lambda\pi - \mu\nu = 0$, mais cette conclusion devient fausse aussitôt que p et q sont pris tels que ces rapports deviennent indéterminés, ce qui arrive quand tous les premiers déterminants mineurs de la matrice

$$\begin{matrix} a-\alpha & c & -\beta & 0 \\ b & (d-\alpha) & 0 & -\beta \\ -\gamma & 0 & (a-\delta) & c \\ 0 & -\gamma & b & (d-\delta) \end{matrix}$$

s'évanouissent simultanément.

» Dans ce cas, quoique la solution générale qui donne *x vide* tienne bon, rien n'empêche qu'il n'existe d'autres valeurs de x, c'est-à-dire de $\begin{matrix}\lambda & \mu \\ \gamma & \pi\end{matrix}$, pour lesquels cela n'est pas vrai.

» La matrice écrite en haut doit posséder et possède, en effet, la propriété remarquable que, en supprimant une ligne horizontale quelconque et en nommant A, B, C, D les quatre déterminants mineurs de la matrice rectangulaire qui survient, affectés de signes convenables, la quantité AD — BC contiendra le déterminant complet comme facteur. Il sera peut-être utile, avant de conclure, de donner un exemple d'un genre nouveau de subsistance de l'équation $px = xq$ avec une valeur finie du déterminant de x. Faisons donc

$$a - \delta = 0, \quad d - \alpha = 0, \quad bc - \beta\gamma = 0,$$

on aura

$$(a-d)\lambda + c\mu - \beta\nu = 0,$$
$$b\lambda - \beta\pi = 0, \quad -\gamma\lambda + c\pi = 0,$$
$$-\gamma\mu + b\nu + (d-a)\pi = 0,$$

équations qui n'équivalent qu'à deux,

alors

$$b\lambda - \beta\pi = 0, \quad (a-d)\lambda + (c\mu - \beta\nu) = 0;$$
$$b\lambda - \beta\pi = 0, \quad (a-d)\lambda + (c\mu - \beta\nu) = 0,$$

et le déterminant de x, c'est-à-dire $\lambda\pi - \mu\nu$, aura en général une valeur finie. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Minéralogie, en remplacement de feu Lawrence Smith.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 29,

M. James Hall obtient.	. . . . . .	23 suffrages.
M. Domeyko »	. . . . . .	6 »

M. **James Hall**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Deuxième Mémoire sur les farines* (suite); par M. **Balland**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Conclusions*. — **1**. La proportion d'eau contenue dans les divers produits des moutures, par cylindres ou par meules, est sensiblement la même.

» **2**. Il y a une relation constante entre l'état hygrométrique de l'air et le degré d'humidité d'une farine : les farines renferment généralement 1 à 2 pour 100 d'eau de plus en hiver qu'en été.

» **3**. La moyenne de l'eau, dans les farines premières du commerce,

est de 14 pour 100; le maximum est de 16 pour 100, et le minimum de 11,10.

» Dans les farines des manutentions militaires, le minimum est le même; mais le maximum n'est que de 13,80; la moyenne est, par suite, moins élevée : on peut la fixer à 12,80 pour 100. Ces différences proviennent du *mouillage* des blés. Cette opération, qui rend les farines plus blanches, et qu'il importerait de réglementer, n'est pratiquée qu'exceptionnellement dans les meuneries militaires, où l'on s'attache, avant tout, à produire des farines nutritives et de longue et facile conservation. »

M. A.-F. **Casanova** prie l'Académie de lui fournir des indications sur les meilleures dispositions à adopter pour préserver de la foudre la cathédrale de Séville, dont il dirige la restauration.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. **Xambeu** adresse une Note relative à un effet mécanique de la foudre, observé à Saintes le 3 juillet 1884, et à la déplorable habitude, qui s'est encore conservée dans certaines campagnes, de sonner les cloches pendant les orages.

(Renvoi à la Commission des Paratonnerres.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie un nombre considérable de Communications adressées, pour la plupart, de diverses villes d'Espagne, sur des remèdes contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des protubérances solaires, faites à l'Observatoire royal du Collège romain pendant l'année* 1883. Lettre de M. P. **Tacchini** à M. le Président.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les résultats des observations des protubérances solaires, faites pendant l'année 1883, à l'Observatoire royal du Collège romain. Les nombres des jours d'observation a été plus petit qu'en 1882, à cause du temps peu favorable en juin, juillet,

août et septembre. J'ai fait moi-même 80 dessins de la chromosphère, M. Chistoni 75 et M. Millosevich 27. Voici les moyennes que j'ai obtenues pour chaque mois :

1883.	Nombre des jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.	Protubérances au bord est.	Protubérances au bord ouest.
Janvier...	10	9,1	48",5	3°,2	62	29
Février...	13	9,5	40,7	2,9	61	63
Mars.....	14	6,4	47,2	3,3	60	29
Avril	13	9,8	44,0	2,3	69	58
Mai......	18	9,2	47,6	3,1	77	88
Juin.....	11	9,1	44,7	1,9	48	53
Juillet....	18	11,5	47,3	2,8	103	103
Août.....	16	9,1	45,8	3,0	68	87
Septembre	16	8,0	41,8	1,7	74	54
Octobre ..	21	10,4	42,4	2,3	136	92
Novembre	15	8,6	42,3	2,1	80	49
Décembre.	16	8,7	42,1	2,2	89	50

» Si l'on compare ces chiffres avec les résultats de l'année précédente, on est conduit à admettre que le phénomène des protubérances solaires a été moins important en 1883 qu'en 1882, exception faite de l'extension des protubérances, qui a été plus grande en 1883. Il est digne de remarque que, tandis que les taches solaires ont été aussi nombreuses pendant le dernier trimestre 1883, les protubérances, au contraire, n'ont pas présenté un maximum de fréquence; en novembre et décembre, le nombre est plutôt un minimum. Il faut cependant considérer que les deux maxima des protubérances, en juillet et en octobre, correspondent à deux maxima des taches : cela prouve que, au moment de l'explosion générale, les deux phénomènes sont concomitants et que les taches persistent ensuite assez longtemps, tandis que le véritable phénomène éruptif diminue ou même disparaît. Ce que nous pouvons observer dans une tache en particulier, la statistique le révèle aussi dans l'ensemble des observations pour une longue période.

» Quant à la distribution et à la fréquence des protubérances dans les différentes zones de chaque hémisphère, j'ai obtenu les chiffres suivants :

1883. Latitude héliographique.	Nombre des protubérances. 1er trimestre.	2e trimestre.	3e trimestre.	4e trimestre.	Année.
90° + 80°	6	1	1	1	9
80 + 70	3	3	4	0	10
70 + 60	5	9	5	3	22
60 + 50	14	26	32	25	97
50 + 40	23	34	27	32	116
40 + 30	32	36	38	35	141
30 + 20	40	42	38	52	172
20 + 10	17	42	32	47	138
10 0	20	22	35	43	120
0 — 10	26	26	37	32	121
10 — 20	37	39	59	52	187
20 — 30	34	51	60	48	193
30 — 40	28	41	59	41	169
40 — 50	19	25	29	39	112
50 — 60	10	18	27	33	88
60 — 70	8	9	25	14	56
70 — 80	7	12	4	9	32
80 — 90	0	2	2	4	8

» Pendant toute l'année 1883, la distribution des protubérances s'est donc conservée plus uniforme qu'auparavant, sur une grande étendue à partir de l'équateur solaire, vers le nord comme vers le sud. Ces caractères coïncident avec une période de grande activité, tandis qu'à l'époque du minimum on a observé une zone équatoriale assez large presque dépourvue de protubérances, et des maxima bien marqués à des latitudes élevées; nous pouvons dire, en effet, que, pour l'année 1883, il y a eu une grande fréquence des protubérances entre ± 60°, que le maximum est peu marqué entre ± 10° et ± 30° et que l'on n'a pas de maxima secondaires vers les pôles. Il me semble donc que le nombre des protubérances n'est pas suffisant, à lui seul, pour caractériser l'époque du maximum d'activité solaire; mais que l'on doit aussi tenir compte de la distribution, à peu près comme on le fait en Météorologie pour la pluie. Aussi, en considération même de la plus grande extension des protubérances en 1883, j'estime que le phénomène des protubérances solaires nous permet de considérer l'activité solaire comme plus grande en 1883 qu'en 1882.

» J'ajouterai enfin que, pendant l'année 1883, les protubérances solaires ont été toujours plus fréquentes dans l'hémisphère sud, sans troubler les lois de distribution dans les deux hémisphères. Nous avons donc des épo-

ques à deux maxima et des époques à un maximum seulement par hémisphère : c'est probablement à des conditions analogues de circulation que l'on pourrait attribuer les surélévations constatées sur le contour apparent de Vénus, c'est-à-dire que la planète serait encore à l'état gazeux. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur une auréole rouge, observée autour de la Lune.* Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 13 juillet 1884.

» Le 4 juillet, j'ai observé, au commencement de la nuit, un magnifique halo lunaire ; à $9^h 30^m$, la Lune se montrait colorée en rouge, avec une auréole rougeâtre, dont la largeur était d'un diamètre lunaire à peu près ; la teinte était à peu près celle du rouge du cuivre. Cette coloration a été également observée par un de mes assistants, M. Lugli, et par d'autres personnes. La hauteur de l'astre était à peu près de 30°. Les nuages n'ont pas permis de suivre le phénomène après 10^h.

» Le 5, on a vu un phénomène semblable, mais bien plus faible ; le 6, le ciel était voilé ; et ensuite le phénomène n'a plus été visible.

» Il est intéressant de noter que, pendant les nuits des 4, 5 et 6, nous avons eu une humidité excessive, à partir de 9^h du soir jusqu'à 5^h et 6^h du matin, une saturation presque complète, tandis que, pendant le jour, le degré d'humidité tombait à 0,40. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de M. Fuchs.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« M. Fuchs a présenté dernièrement à l'Académie de Berlin un travail où il étudie les conditions pour que les intégrales d'une équation différentielle algébrique n'aient qu'un nombre fini de points singuliers qui soient les mêmes pour toutes les intégrales. On comprend aisément quel intérêt il y a à rechercher s'il existe de pareilles équations et à les former, si elles existent. En effet, les procédés qui permettent d'intégrer les équations linéaires par le moyen des fonctions fuchsiennes leur seraient applicables, et l'on serait ainsi conduit à une classe nouvelle d'équations différentielles intégrables à l'aide des nouvelles transcendantes.

» M. Fuchs donne, pour les équations du premier ordre, les conditions nécessaires et suffisantes pour que le nombre des points singuliers des intégrales soit fini. Il commence ensuite une discussion à laquelle je vou-

drais ajouter quelques remarques. Si l'on met l'équation sous la forme

$$F\left(z, y \frac{dy}{dz}\right) = 0, \tag{1}$$

et si l'on regarde un instant la variable indépendante z comme une constante, la relation algébrique entre y et $\frac{dy}{dz}$ aura un certain genre que j'appelle p.

» Dans le cas où $p = 0$, M. Fuchs montre que l'équation se ramène à celle de Riccati, et par conséquent aux équations linéaires. Je n'ai rien à ajouter sur ce cas.

Si l'on a $p = 1$, M. Fuchs montre que l'équation peut se ramener à la forme

$$\frac{dt}{dz} = A_0 + A_1 t + A_2 t^2 + A_3 \sqrt{R(t)}, \tag{2}$$

où les A sont des fonctions de z et où R est un polynôme du quatrième degré en t dont les coefficients sont des fonctions de z et qui satisfait à la relation

$$\frac{dR}{dz} + \frac{dR}{dt}(A_0 + A_1 t + A_2 t^2) = (B_0 + B_1 t) R. \tag{3}$$

» Il est possible de simplifier encore cette équation. Posons, en effet,

$$t = \frac{\alpha u + \beta}{\gamma u + \delta},$$

α, β, γ et δ étant des fonctions de z; les équations (2) et (3), où t sera remplacé par u, conserveront la même forme; mais on aura pu choisir α, β, γ et δ de telle façon que le nouveau polynôme R,

$$R' = u^4 + 2Cu^2 + 1,$$

C étant une fonction de z. Les équations (2) et (3) deviennent alors

$$\frac{du}{dz} = A_3 \sqrt{R'}, \quad \frac{dC}{dz} = 0,$$

ce qui montre que C, et par conséquent le module des fonctions elliptiques dérivées du radical $\sqrt{R}$, sont des constantes absolues indépendantes de z. L'intégration de ces équations se ramène à de simples quadratures.

» On peut d'ailleurs arriver au même résultat et poursuivre la discussion pour le cas de $p > 1$, par le moyen suivant.

» Soient y_0 et y'_0 les valeurs d'une intégrale y et de sa dérivée $\frac{dy}{dz}$ pour $z = z_0$; soient y_1 et y'_1 les valeurs de cette même intégrale y et de sa dérivée pour $z = z_1$; il est aisé de voir que y_1 et y'_1 sont des fonctions rationnelles de y_0 et y'_0, et réciproquement. Ainsi les deux surfaces de Riemann

$$(s_0) \qquad F\left(z_0, y, \frac{dy}{dz}\right) = 0,$$

$$(s_1) \qquad F\left(z_1, y_1, \frac{dy}{dz}\right) = 0,$$

où z_0 et z_1 sont regardés comme des constantes, et où les variables sont y et $\frac{dy}{dz}$, ont non seulement même genre, mais encore mêmes modules. *Les modules de la surface de Riemann représentée par l'équation* (1) *sont donc constants et indépendants de* z.

» Cela posé, ou bien la surface S_1 ne pourra dériver de la surface S_0 par une transformation birationnelle que d'un nombre fini de manières; dans ce cas, on pourra déterminer ces transformations, et par conséquent l'intégrale générale de l'équation (1) par des procédés purement algébriques: cette intégrale sera donc algébrique; ou bien les deux surfaces pourront dériver l'une de l'autre par une infinité de transformations birationnelles, ce qui signifie que l'une d'elles, S_0 par exemple, sera reproduite par une infinité de pareilles transformations. Mais cela ne peut jamais avoir lieu si $p > 1$. Dans le cas de $p = 1$, on retrouverait d'ailleurs aisément le résultat énoncé plus haut.

» En résumé, on peut tirer du beau théorème de M. Fuchs les conséquences suivantes, en laissant de côté le cas de $p = 0$, complètement traité par le savant géomètre de Berlin.

» *Si les conditions énoncées par M. Fuchs sont remplies pour une équation du premier ordre, et si* $p = 1$, *l'équation est intégrable par quadratures. Si* $p > 1$, *l'intégrale est algébrique.*

» Il serait intéressant de rechercher si, dans le cas des équations d'ordre supérieur, on arrive à des théorèmes analogues, ou si, au contraire, on est conduit à une classe essentiellement nouvelle d'équations intégrables par les fonctions fuchsiennes. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Distribution du potentiel électrique dans une plaque rectangulaire, les électrodes occupant des positions quelconques.* Note de M. ALF. CHERVET [1].

« *Lemme.* — Soit la série

$$F\binom{x+\alpha}{x+\alpha'}, y+\beta\Big) = \sum_{n=-\infty}^{n=+\infty} \log \frac{e^{\pi\frac{y+\beta+2nb}{a}} + e^{-\pi\frac{y+\beta+2nb}{a}} - 2\cos\pi\frac{x+\alpha}{a}}{e^{\pi\frac{y+\beta+2nb}{a}} + e^{-\pi\frac{y+\beta+2nb}{a}} - 2\cos\pi\frac{x+\alpha'}{a}},$$

dans laquelle n est un nombre entier qui varie depuis $-\infty$ jusqu'à $+\infty$, $\alpha < a$, $\alpha' < a$, $\beta < b$. Cette série définit une fonction de deux variables qui admet les deux groupes de périodes $(0, 2b)$, $(2a, 0)$, et qui satisfait à l'équation différentielle

$$\frac{d^2F}{dx^2} + \frac{d^2F}{dy^2} = 0.$$

La fonction F peut se ramener à une fonction connue, la fonction θ_1, définie par l'une des équations (18) (p. 314 *de la Théorie des fonctions elliptiques,* de MM. BRIOT et BOUQUET, 2[e] édition),

$$F\binom{x+\alpha}{x+\alpha'}, y+\beta\Big) = \log\frac{\theta_1[(x+\alpha)+(y+\beta)i].\theta_1[(x+\alpha)-(y+\beta)i]}{\theta_1[(x+\alpha')+(y+\beta)i].\theta_1[(x+\alpha')-(y+\beta)i]},$$

i désignant $\sqrt{-1}$.

» Dans cette équation (18), on fera

$$\omega = 2a,\quad q = e^{\frac{\pi\omega' i}{\omega}},\quad \omega' = 2bi.$$

» I. Plaque rectangulaire limitée par les droites $x=0$, $x=a$, $y=0$, $y=b$; les deux électrodes de très petit rayon sont sur une parallèle à la droite $y=0$; l'électrode positive, au point $x=\alpha'$, $y=\beta$; l'électrode négative, au point $x=\alpha$, $y=\beta$.

» L'expression du potentiel en chaque point sera, à un facteur constant près,

$$v = F\binom{x+\alpha}{x+\alpha'}, y+\beta\Big) + F\binom{x-\alpha}{x-\alpha'}, y+\beta\Big) + F\binom{x+\alpha}{x+\alpha'}, y-\beta\Big) + F\binom{x-\alpha}{x-\alpha'}, y-\beta\Big).$$

---

[1] Voir *Comptes rendus,* séance du 31 mars 1884.

En effet, chacun des quatre termes de v satisfait séparément à l'équation différentielle fondamentale

$$\frac{d^2V}{dx^2}+\frac{d^2V}{dy^2}=0;$$

le changement de x en $-x$, ou de x en $2a-x$, fait permuter le premier avec le deuxième terme, le troisième avec le quatrième; le changement de y en $-y$, ou de y en $2b-y$, fait permuter le premier avec le troisième terme, le deuxième avec le quatrième; donc les courbes définies par l'équation $v=$ const. coupent orthogonalement les quatre côtés du rectangle.

» De plus, pour tous les points du rectangle, v est fini, sauf aux deux points $x=\alpha, y=\beta$: alors $v=-\infty$, c'est le siège de l'électrode négative; $x=\alpha', y=\beta$: alors $v=+\infty$, c'est le siège de l'électrode positive.

» II. Les deux électrodes sont sur une parallèle au côté $x=0$; l'électrode positive en α', β'; l'électrode négative en α', β.

» Soit la série

$$F_1\begin{pmatrix}y+\beta\\ y+\beta',\end{pmatrix} x+\alpha'\Big)=\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty}\log\frac{e^{\pi\frac{x+\alpha'+2na}{b}}+e^{-\pi\frac{x+\alpha'+2na}{b}}-2\cos\pi\frac{y+\beta}{b}}{e^{\pi\frac{x+\alpha'+2na}{b}}+e^{-\pi\frac{x+\alpha'+2na}{b}}-2\cos\pi\frac{y+\beta'}{b}}.$$

Le potentiel cherché sera, à un facteur constant près,

$$\begin{aligned}v_1 = {} & F_1\left(\begin{matrix}y+\beta\\ y+\beta'\end{matrix}, x+\alpha'\right)+F_1\left(\begin{matrix}y-\beta\\ y-\beta'\end{matrix}, x+\alpha'\right)\\ & +F_1\left(\begin{matrix}y+\beta\\ y+\beta'\end{matrix}, x-\alpha'\right)+F_1\left(\begin{matrix}y-\beta\\ y-\beta'\end{matrix}, x-\alpha'\right).\end{aligned}$$

» III. Les deux électrodes sont en des points quelconques : l'électrode positive est au point α', β'; l'électrode négative, au point α, β.

On aura, pour le potentiel en chaque point x, y,

$$V=v+v_1,$$

c'est-à-dire

$$\begin{aligned}V = {} & F\left(\begin{matrix}x+\alpha\\ x+\alpha'\end{matrix}, y+\beta\right)+F\left(\begin{matrix}x-\alpha\\ x-\alpha'\end{matrix}, y+\beta\right)\\ & +F\left(\begin{matrix}x+\alpha\\ x+\alpha'\end{matrix}, y-\beta\right)+F\left(\begin{matrix}x-\alpha\\ x-\alpha'\end{matrix}, y-\beta\right)+F_1\left(\begin{matrix}y+\beta\\ y+\beta'\end{matrix}, x+\alpha'\right)\\ & +F_1\left(\begin{matrix}y-\beta\\ y-\beta'\end{matrix}, x+\alpha'\right)+F_1\left(\begin{matrix}y+\beta\\ y+\beta'\end{matrix}, x-\alpha'\right)+F_1\left(\begin{matrix}y-\beta\\ y-\beta'\end{matrix}, x-\alpha'\right).\text{ »}\end{aligned}$$

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la conductibilité électrique de l'eau distillée et de la glace.* Note de M. G. FOUSSEREAU, présentée par M. Jamin [1].

« **1.** Je me suis proposé d'étudier la résistance électrique de l'eau par la méthode générale de M. Lippmann, et au moyen de l'appareil à quatre branches dont je m'étais servi précédemment dans l'étude des sels fondus [2]. La résistance d'une colonne d'eau était comparée avec une résistance connue formée d'un trait de graphite.

» J'ai reconnu ainsi que des échantillons provenant de la même usine et préparés dans le même appareil à des jours différents présentent des écarts considérables. Les résistances spécifiques observées à la température 15° ont été trouvées comprises entre 118900^{ohms} et 712500^{ohms}, c'est-à-dire ont varié dans le rapport de 1 à 6. Ces écarts peuvent être dus : 1° à la dissolution des substances empruntées aux parois des vases; 2° à la dissolution des matières contenues dans l'air; 3° à l'entraînement des matières dissoutes pendant la distillation.

» Pour étudier la première de ces influences, j'ai laissé séjourner l'eau étudiée dans le tube de verre servant à l'expérience. J'ai reconnu ainsi qu'aux températures voisines de 15° il se produisait une diminution de résistance à peu près insensible au bout d'une heure et atteignant $\frac{1}{30}$ de la valeur totale après vingt-quatre heures. Au-dessus de 30° la dissolution des sels du verre devient beaucoup plus rapide. A 75° la résistance varie si vite que les mesures sont presque impossibles. De l'eau portée à cette température et ramenée rapidement à 15° était devenue quatre fois plus conductrice.

» J'ai reconnu aussi que de l'eau séjournant dans des vases de platine ouverts subit, grâce à la dissolution des éléments de l'air, une diminution lente de résistance. Ces variations devenaient très faibles quand le vase de platine était bouché.

» Pour éliminer autant que possible ces causes perturbatrices, j'ai entrepris, sur le conseil de M. Debray, une série de distillations lentes dans des vases de platine. M. Clément, du laboratoire de l'École Normale, a bien voulu faire pour moi ces opérations avec le plus grand soin. J'ai fait ainsi redistiller de l'eau en présence du permanganate de potasse, puis

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.

(2) Voir *Comptes rendus* du 26 mai 1884.

avec de la potasse, enfin avec de la chaux, pour arrêter les substances que l'eau pouvait contenir. J'ai obtenu des résultats variables compris entre les limites mentionnées plus haut. Il me paraît vraisemblable que des traces des matières ajoutées sont entraînées dans la distillation, car l'eau distillée seule, deux ou trois fois, est encore celle qui m'a fourni les plus grandes résistances, bien que je n'aie pas retrouvé la limite supérieure de 712500^{ohms} déjà citée. Cette limite n'est sans doute qu'un minimum, puisque aucune substance connue ajoutée à l'eau en petite quantité n'en augmente la résistance.

» 2. En présence de ces résultats, il y avait lieu de rechercher si la présence de traces de matières acides ou salines, dans l'atmosphère des laboratoires, en contact avec l'eau pendant la distillation, ne pouvait pas expliquer le désaccord observé. J'ai ajouté des quantités connues et très faibles de chlorure de potassium à une eau distillée de résistance déterminée, et j'ai vu cette résistance varier de près de $\frac{1}{3}$ pour 1 millionième de cette substance, et devenir cinq fois plus petite pour 1 cent-millième. Ainsi, en supposant l'eau parfaitement isolante, l'addition de quantités de ce sel atteignant 2 ou 3 millionièmes suffirait pour lui donner la conductibilité observée. Mais, d'après les expériences de M. Bouty, l'acide chlorhydrique conduit à peu près six fois plus que le chlorure de potassium à poids égaux. Il suffirait donc probablement d'une dose de cet acide égale à $\frac{1}{2}$ millionième pour produire le même effet. Les traces d'acides ou de sels, contenues dans l'atmosphère du laboratoire, peuvent donc expliquer les écarts observés. Ces écarts ne sont dus, sans doute, que pour une faible part à l'acide carbonique, qui, d'après les expériences de M. Bouty, est médiocrement conducteur. Enfin l'addition d'une quantité notable de matières organiques ne diminue que très peu la résistance de l'eau.

» Il y a lieu de penser que, si l'on parvient à se soustraire aux influences atmosphériques, l'observation de la résistance fournira un moyen délicat de contrôler la pureté de l'eau et d'observer les phénomènes chimiques lents qui se produiraient au sein des liquides.

» 3. J'ai étudié l'influence de la température sur la conductibilité de l'eau distillée. Cette étude n'est possible dans un tube de verre qu'aux basses températures, à cause de la dissolution du verre aux températures plus élevées.

» On sait que la valeur du frottement intérieur de l'eau aux diverses températures varie, d'après Poiseuille, proportionnellement à une expression de la forme $1 + at + bt^2$.

» M. Bouty a reconnu que le coefficient de variation de la résistance électrique pour les dissolutions salines étendues présente les mêmes termes $1 + at$; mais que le terme en t^2 est nul ou très petit. J'ai constaté que pour un même échantillon d'eau distillée, entre 0° et 21°, le coefficient de variation de la résistance suit très exactement la formule entière de Poiseuille, c'est-à-dire qu'entre ces limites les résistances de l'eau distillée sont proportionnelles aux coefficients de frottement.

» 4. J'ai déterminé les résistances de la glace d'eau distillée en prenant pour électrodes deux lames de platine cylindriques et concentriques. J'ai trouvé ainsi que la résistance devient à peu près 15 000 fois plus grande au moment de la congélation. Les résistances spécifiques ont varié entre 4865 mégohms à — 1° et 53540 mégohms à — 17°. J'ai constaté, d'autre part, que la résistance de la glace éprouve des variations correspondantes à celles de l'eau qui l'a fournie. Un échantillon d'eau de la Ville, 65 fois plus conducteur que l'eau distillée précédente, a fourni une glace 30 à 40 fois plus conductrice. »

M. Chevreul, à propos de la Communication précédente de M. *Foussereau*, fait remarquer qu'il avait signalé, dès 1843, le fait de la dissolution progressive des alcalis des vases de verre, dans l'eau que l'on y conserve. Depuis longtemps on n'emploie, dans son laboratoire, que des vases de *verre vert*, pour conserver l'eau distillée ou les réactifs dans lesquels la présence de ces alcalis pourrait donner lieu à des causes d'erreurs.

CHIMIE. — *Sur la purification de l'alcool méthylique*. Note de MM. J. Regnauld et Villejean, présentée par M. Berthelot.

« Il est généralement admis que l'alcool méthylique ne donne pas naissance à l'iodoforme sous l'influence combinée de l'iode et des hydrates alcalins. Cependant plusieurs chimistes conservent sur ce sujet des doutes que les travaux de M. Lieben [1] n'ont pas entièrement dissipés.

» La revision des propriétés anesthésiques attribuées aux dérivés chlorés du formène, tirant son principal intérêt de la pureté des agents expérimentés, nous a conduits à déterminer les caractères fondamentaux de l'hydrate de méthyle, base de la préparation du chlorure de méthyle (*formène monochloré*).

[1] *Annalen der Chem. und Ph.* Supplément, t. VII, p. 228 et 377.

» Les alcools méthyliques de l'industrie, ceux même qu'elle nomme purs, sont assez riches en *acétone* pour fournir de grandes proportions d'iodoforme cristallisé. Ce fait est l'origine de l'opinion erronée consignée dans une première Note (1) de M. Lieben et rectifiée par lui dans une seconde (2) du même recueil. M. Lieben a obtenu l'alcool méthylique pur en traitant par une base l'éther méthyloxalique.

» Pour certains échantillons d'alcool méthylique, ce procédé nous a semblé insuffisant : l'alcool régénéré par la réaction de l'hydrate de chaux sur l'oxalate de méthyle cristallisé et complètement essoré renferme encore une certaine proportion d'une substance transformable en iodoforme. Peut-être est-ce de l'acétone retenu par l'éther méthyloxalique cristallisé. Il est également possible que ce soit une petite quantité d'alcool éthylique dérivant, comme l'alcool méthylique, des phénomènes complexes qui accompagnent la distillation des bois en vases clos. Cet alcool serait transformé par l'acide oxalique en oxalate d'éthyle, volatilisé et condensé en même temps que l'oxalate méthylique.

» Quelle que soit la valeur de cette supposition, nous avons obtenu, par le procédé suivant, des quantités considérables d'alcool méthylique entièrement dépourvu de la propriété de fournir de l'iodoforme.

» Dans l'alcool régénéré de l'éther méthyloxalique, on dissout une forte proportion d'iode (environ $\frac{1}{10}$ de son poids). A ce liquide, on ajoute peu à peu une solution aqueuse d'hydrate de soude, en quantité suffisante pour produire une décoloration complète et une réaction nettement alcaline. Soumis à une distillation ménagée, ce mélange donne de l'alcool méthylique non transformable en iodoforme et qui, rectifié sur la chaux vive, possède une densité de 0,810 à + 15°.

» Cette opération a pour but de métamorphoser en iodoforme au sein même de l'alcool méthylique toute substance organique étrangère à sa composition, et de détruire sur place l'iodoforme en le convertissant en iodure et formiate alcalin.

» Les chimistes qui voudraient répéter ces expériences devront se tenir en garde contre une cause d'erreur : nous voulons parler de l'odeur safranée particulière qui se développe au moment où l'on traite par l'iode une *solution aqueuse* d'hydrate de potasse ou de soude. Schœnbein (3) a

---

(1) *Loc. cit.*, p. 228.

(2) *Loc. cit.*, p. 377.

(3) *Journal für praktische Chemie*, t. LXXXIV, p. 385.

proposé, sur l'origine de cette odeur, une explication qui ne saurait être adoptée sans de nouvelles recherches. Si le phénomène dépend de la présence dans les réactifs d'une matière organique et de sa métamorphose en iodoforme, la proportion de cette substance doit être infinitésimale, car nous avons observé cette odeur safranée dans une solution aqueuse obtenue dans des conditions très spéciales.

» L'eau provenait de la distillation à + 100° d'une solution de permanganate de potasse; l'iode était produit par la réaction du chlore sur la dissolution d'iodure de potassium fondu et dissous dans cette eau. Enfin la soude était introduite au moment même où elle venait de se solidifier après fusion au rouge. De plus, les vases de verre nécessaires à la réaction avaient été flambés, et le contact de l'air n'avait eu lieu que pendant le temps strictement nécessaire pour exécuter l'expérience. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un dépôt de salpêtre, dans le voisinage de Cochabamba (Bolivie).* Lettre de M. SACC à M. le Président.

« Cochabamba, 15 mai 1884.

» Il existe, à l'est de Cochabamba, près du village d'Arané, un immense dépôt salin, que je viens d'analyser; il est formé de :

Nitrate potassique	60,70
Borax et traces de sel et eau	30,70
Matières organiques	8,60
	100,00

» Il suffit de dissoudre ce mélange dans l'eau bouillante, pour obtenir, par refroidissement, une abondante cristallisation de salpêtre pur.

» Le sol sur lequel repose cette couche saline est brun, et inodore quand il est sec; mais, lorsqu'on le mouille, il dégage une forte odeur de carbonate et de sulfhydrate d'ammoniaque. Je l'ai trouvé composé de :

Résidu incombustible	74,20
Borax et sels	15,50
Matières organiques, eau et sels ammoniacaux	10,30
	100,00

» Le résidu incombustible est formé d'un sable très fin, et de phosphate de chaux, de magnésie et de fer, dans une énorme proportion.

» Cette salpêtrière a donc pris naissance par l'oxydation des sels ammo-

niacaux du sol, en présence de la potasse et de la soude qu'y apporte la décomposition lente des schistes ardoisiers sur lesquels elle repose. Le nitrate potassique a monté par capillarité à la surface du sol, tandis que le nitrate de soude déliquescent a été entraîné par les pluies, vers la région sèche et chaude de la côte, où elle a formé le gisement de nitrate de soude actuellement exploité par le Chili, et en forme d'autres. Telle est l'explication naturelle de l'existence du nitrate sodique sur la côte; il provient, en entier, du lavage des salpêtrières de la montagne.

» Comme on trouve dans ces terrains beaucoup d'ossements fossiles, il est possible que la grande salpêtrière d'Arané, qui peut fournir le nitrate de potasse au monde entier, soit le résultat de la décomposition d'un gigantesque dépôt d'animaux antédiluviens. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'action du café sur la composition du sang et les échanges nutritifs.* Note de MM. **Couty**, **Guimaraes** et **Niobey**, présentée par M. Vulpian.

« L'un de nous, M. Guimaraës, a fait voir dans deux Communications précédentes que l'adjonction de doses moyennes de café à l'alimentation d'un chien avait pour conséquence d'augmenter d'une façon suivie la quantité de viande ingérée et absorbée chaque jour. De nouvelles expériences ayant prouvé à M. Guimaraës que cette augmentation de consommation, facile à constater avec un régime exclusif de viande ou avec un régime mixte, ne se produisait pas avec des régimes végétaux ou mixtes peu riches en azote, nous avons cherché pourquoi le café augmente les processus d'assimilation d'origine azotée, tandis qu'il laisse intacts ou diminue les échanges hydrocarbonés.

» Afin de résoudre cette question, laissant de côté l'urine, dont l'examen a fourni à d'autres expérimentateurs des résultats contradictoires, nous avons répété pour le café les analyses du sang faites par MM. Couty et d'Arsonval à propos du maté (*Comptes rendus*, juin 1882). Plusieurs chiens ont été comparés avant et après l'ingestion du café, dans des conditions diverses, à jeun ou en digestion, nourris de viande, ou nourris de viande et de fécules. Le café a été introduit directement dans le sang ou indirectement dans l'estomac : la dose a été unique, massive, 60^{gr} à 100^{gr}, ou faible, 40^{gr} à 50^{gr}, et répétée : répétée le même jour, ou plus souvent répétée durant six à dix jours, l'injection étant alors toujours stomacale.

» L'analyse a toujours porté sur les trois principes dont la recherche est plus précise et la valeur physiologique mieux connue : les gaz, l'urée, le sucre; elle a été faite par les procédés ordinaires, pompe Gréhant, potasse, acide pyrogallique pour les gaz; ébullition avec sulfate de soude, décoloration, liqueur titrée de Fehling pour le sucre, hypobromite de soude récemment préparé pour l'urée. Quelles qu'aient été les conditions de l'expérience, que le sang comparé fût artériel ou veineux, elle a toujours donné les mêmes résultats. L'urée et le sucre ont été augmentés, les gaz du sang diminués.

» La diminution des gaz du sang, analogue à celle que l'on observe pour le maté, porte sur l'oxygène et surtout sur l'acide carbonique. Cette diminution est considérable dans les cas où l'usage du café est prolongé six ou huit jours : alors nous avons vu les gaz veineux, par exemple, tomber de 62 à 48 ou même 44; elle est notable, $\frac{1}{6}$ à $\frac{1}{4}$, si l'on injecte directement dans le sang de l'infusion filtrée; elle reste encore appréciable, quoique plus faible, après une injection massive faite dans l'estomac.

» L'augmentation du sucre, celle de l'urée sont toujours liées à la diminution des gaz, mais sans relation fixe dans les proportions des divers phénomènes.

» L'augmentation du sucre peut être à peine sensible après les injections uniques; au contraire, elle est très marquée après l'usage prolongé, ce principe pouvant s'élever à $1^{gr},4$ et même $1^{gr},8$.

» L'augmentation de l'urée paraît plus considérable et plus constante, à la condition que l'on attende au moins deux ou trois heures pour faire l'examen comparatif. Même sur les chiens des pays chauds, dont le sang est presque toujours surchargé d'urée, la quantité de cet élément, sous l'influence du café, devient double, triple et quelquefois quadruple par rapport à la quantité primitive, laquelle est essentiellement variable.

» Cet accroissement notable du produit principal de désassimilation des tissus, l'urée, est en rapport avec l'accroissement d'ingestion et d'absorption des aliments azotés, comme aussi il est en rapport avec cet autre fait constaté par M. Guimaraës : les chiens privés de nourriture solide et soumis au café meurent plus vite, maigrissent davantage que les mêmes chiens soumis à l'eau simple.

» Toutes ces recherches, absolument concordantes, prouvent que le mécanisme d'action du café est beaucoup plus complexe qu'on ne l'avait supposé.

» Cette boisson diminue la proportion des gaz du sang et elle ne mo-

difie pas ou diminue aussi la quantité d'aliments hydrocarbonés consommés; elle constitue donc, comme on l'a dit, une condition d'épargne ou d'activité moindre pour les combustions les plus simples qui aboutissent à l'acide carbonique.

» Elle constitue au contraire une condition de dépense et d'activité plus grande pour les processus animaux plus complexes et plus utiles de nature azotée; augmentant la formation d'urée et la désassimilation, augmentant aussi l'assimilation des aliments réparateurs dont la viande est le type, cette substance, prise à dose modérée, maintient parfait l'équilibre des fonctions qui deviennent elles aussi plus actives. La tension du sang, les sécrétions biliaires et salivaires, la température s'accroissent légèrement pendant que les mouvements du cœur et de la respiration deviennent un peu plus fréquents.

» Le café est donc un aliment complexe qui agit surtout par les modifications intermédiaires imprimées aux phénomènes de nutrition et de fonctionnement général; il rend l'organisme capable de consommer et de détruire en plus grande proportion les éléments azotés, et par suite il doit être considéré comme un fournisseur indirect de travail, utile à tous ceux qui ont besoin de beaucoup de forces disponibles. »

PHYSIOLOGIE. — *La perception des différences successives de l'éclairage.* Note de M. **Aug. Charpentier**, présentée par M. Vulpian.

« Dans une Note du 26 juillet 1880, je disais qu'il fallait distinguer de la perception des différences de clarté entre deux surfaces contiguës (la seule qu'on ait encore étudiée), la perception des variations de clarté successives d'une même surface, et je rendais compte des résultats que m'avait fournis un commencement d'étude de cette dernière fonction.

» J'ai repris dernièrement cette étude à l'aide d'une nouvelle méthode plus précise que la première, méthode que je vais indiquer et grâce à laquelle j'ai pu compléter mes premiers résultats et les rectifier sur plusieurs points.

» Un disque de papier translucide ou de verre dépoli est placé au fond du tube oculaire de mon photoptomètre différentiel. Il est éclairé par devant avec une intensité connue et variable; de plus il reçoit par derrière les rayons d'un graduateur de lumière, de telle sorte que, grâce à cette seconde source, le disque puisse être, à un moment donné, plus éclairé qu'auparavant dans telle proportion qu'on le désire. Or, en avant de cette seconde

source de lumière, peut osciller un écran opaque qui la couvre et la découvre 150 fois par minute. Si la source postérieure est assez intense, l'œil placé au devant de l'appareil percevra sans difficulté des alternatives correspondantes d'augmentation et de diminution de la clarté du disque; au contraire, pour une intensité trop faible de la source postérieure; l'œil n'aura pas conscience de ces variations successives. C'est la limite minimum de l'intensité à donner à la source supplémentaire pour percevoir ces alternatives, qui, rapportée à l'éclairage permanent du papier, donnera la valeur de la *fraction différentielle successive*, et celle-ci sera d'autant plus faible que la perception des différences de clarté sera plus développée, et inversement.

» Or, j'ai pu m'assurer que, dans la vision directe, la sensibilité différentielle successive est la même, toutes choses égales d'ailleurs, que la sensibilité différentielle simultanée, que j'ai déjà étudiée dans trois Notes précédentes (1). Si j'ai pu anciennement émettre une autre opinion, c'est que je m'en rapportais, pour cette dernière fonction, à la théorie courante et à la valeur classique de la *constante différentielle*, que j'ai depuis reconnues fausses.

» Or, tout comme cette dernière fonction, la sensibilité différentielle successive suit les variations de l'éclairage; elles ont toutes deux la même valeur pour un même éclairage et un même objet. A égale intensité *lumineuse* des couleurs, la sensibilité différentielle successive est d'autant plus délicate que la couleur est moins réfrangible. A égale intensité *chromatique* ou *visuelle*, cette fonction est indépendante de la nature des couleurs.

» Ce sont les lois que nous avons déjà établies pour la perception des différences simultanées de l'éclairage.

» La seule distinction qui existe entre ces deux modes de perception différentielle, et elle est très importante, consiste en ce que la perception différentielle simultanée décroît progressivement et notablement du centre à la périphérie de la rétine, tandis que la perception des variations successives conserve sensiblement la même valeur dans toutes les parties du champ visuel et paraît même être un peu plus délicate dans une zone moyennement excentrique de ce dernier (2). »

---

(1) *Comptes rendus*, 10 décembre 1883, 17 décembre 1883, 19 mai 1884.

(2) Ce travail a été effectué au laboratoire de Physique médicale de la Faculté de Nancy.

ANATOMIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la distribution topographique des dégénérescences secondaires, consécutives aux lésions destructives des hémisphères cérébraux, chez l'homme et chez quelques animaux.* Note de M. **A. Pitres**, présentée par M. Charcot.

« Les lois qui président au développement des dégénérescences du faisceau pyramidal chez l'homme, à la suite des lésions destructives partielles des hémisphères cérébraux, peuvent être formulées de la façon suivante :

» 1° Les lésions destructives, même très étendues, des régions non motrices des hémisphères cérébraux ne donnent jamais lieu à des dégénérescences descendantes.

» 2° Les lésions destructives, même peu étendues, des régions motrices des hémisphères cérébraux (circonvolutions frontale et pariétale ascendantes, lobule paracentral, faisceaux blancs sous-jacents à ces régions de l'écorce) provoquent toujours, après quelques semaines de survie du sujet, des dégénérescences descendantes du faisceau pyramidal.

» 3° Ces dégénérescences suivent, dans l'étage inférieur du pédoncule cérébral, dans la protubérance et dans la pyramide antérieure bulbaire, du côté correspondant à la lésion cérébrale, un trajet invariable qui correspond exactement au trajet connu du faisceau pyramidal. Dans la moelle épinière, au-dessous de l'entrecroisement des pyramides, la dégénérescence n'occupe pas invariablement les mêmes régions. Tantôt elle siège exclusivement dans le cordon latéral du côté opposé à la lésion cérébrale (Ludwig Türck), tantôt elle se trouve à la fois dans le cordon latéral du côté opposé à la lésion cérébrale et dans la partie la plus interne du cordon antérieur du côté correspondant (Ludwig Türck), tantôt enfin elle existe dans les deux cordons latéraux (A. Pitres).

» J'ai institué une série d'expériences dans le but de rechercher si les dégénérescences secondaires d'origine cérébrale se produisent et se distribuent chez les animaux d'après les mêmes lois que chez l'homme. La technique de ces expériences est des plus simples. Elle consiste à détruire par abrasion certains points bien déterminés du cerveau, à laisser vivre les animaux pendant un temps assez long pour que les dégénérescences aient acquis tout leur développement (de six à douze mois) et à étudier ensuite, à l'œil nu et au microscope, les différentes parties de l'axe nerveux, au-dessous de la lésion initiale.

» Ces expériences ont fourni les résultats suivants :

» A. *Chez les chiens et les chats*, les lésions destructives des lobes occipitaux (régions non excitables) ne provoquent pas de dégénérescences secondaires, quelle que soit la durée de la survie des animaux. Les lésions destructives des circonvolutions qui avoisinent le sillon crucial (régions excitables) donnent lieu, au contraire, à des dégénérescences descendantes très appréciables.

» Les parties dégénérées occupent, dans le pédoncule, la protubérance et la pyramide antérieure bulbaire du côté correspondant à la lésion cérébrale un trajet identique à celui qu'elles occupent chez l'homme, et le volume du faisceau dégénéré est proportionnellement aussi considérable. Dans la moelle épinière, le faisceau dégénéré est beaucoup plus grêle qu'il ne l'est chez l'homme. Il occupe ordinairement le centre du cordon latéral du côté opposé à la lésion cérébrale.

» Quelquefois la dégénérescence se trouve dans les deux cordons latéraux. Jamais la portion interne des cordons antérieurs n'a été trouvée altérée. Ce qui frappe surtout dans l'examen des dégénérescences descendantes chez les chiens et les chats, c'est la gracilité des faisceaux dégénérés dans la moelle épinière et le volume relativement beaucoup plus considérable des faisceaux dégénérés dans le pédoncule ou la protubérance.

» B. *Chez les lapins et les cobayes*, la destruction des lobes occipitaux ne provoque pas de dégénérescence secondaire. La destruction des régions excitables des circonvolutions donne lieu, au contraire, à une dégénérescence descendante qu'il est facile de suivre dans le pédoncule, dans la protubérance et dans la pyramide antérieure du côté correspondant. Mais chez ces animaux la dégénérescence ne dépasse pas la partie inférieure du bulbe. Elle ne se propage jamais dans les faisceaux blancs de la moelle épinière.

» C. *Chez les pigeons et les poules*, l'ablation de la totalité d'un hémisphère cérébral ne provoque aucune espèce de dégénérescence descendante ni dans la moelle allongée, ni dans la moelle épinière. Il convient de bien spécifier ici que, dans nos expériences, les lobes cérébraux proprement dit sont seuls en question. Toutes les fois que nous avons tenté d'enlever en même temps les lobes optiques, les animaux ont succombé peu de jours après l'opération et à une époque où les dégénérescences n'auraient pas encore eu le temps de devenir appréciables, si tant est qu'elles aient dû se produire.

» De la comparaison des faits précédemment indiqués, il résulte que les communications anatomiques qui unissent le cerveau et la moelle

ne sont pas établies sur un type uniforme chez tous les vertébrés.

» *Chez l'homme,* une grande partie des fibres qui partent des régions motrices de l'écorce cérébrale se prolongent directement jusque dans la moelle épinière, où elles se terminent. *Chez lui, les fibres cortico-médullaires directes sont très nombreuses.*

» *Chez le chien et le chat,* la majeure partie des fibres qui partent des régions excitables de l'écorce cérébrale s'arrête dans les noyaux gris de la protubérance et du bulbe, et *les fibres cortico-médullaires sont relativement peu abondantes.*

» *Chez le lapin et le cobaye,* toutes les fibres qui partent des régions excitables des hémisphères cérébraux s'arrêtent dans la protubérance ou le bulbe : *il n'y a pas de fibres cortico-médullaires directes.*

» Enfin, *chez les pigeons et les poules,* les lobes cérébraux ne sont pas réunis par des faisceaux distincts aux parties sous-jacentes de l'axe nerveux. *Il n'y a pas chez eux de faisceau pyramidal, ou tout au moins ce faisceau, s'il existe, n'a pas son point de départ dans des lobes cérébraux.*

» Ces différences dans les rapports qui unissent le cerveau aux centres nerveux inférieurs chez l'homme et chez les animaux habituellement employés dans les recherches physiologiques nous paraissent de nature à expliquer un certain nombre des opinions contradictoires, qui ont été émises par les cliniciens d'un côté et par les physiologistes de l'autre, dans la question des localisations cérébrales motrices. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les principaux résultats de l'expédition polaire finlandaise,* 1883-84. Note de M. SELIM LEMSTRÖM, présentée par M. Tresca.

« Les observations ont été faites trois fois par jour; le 1er et le 15 de chaque mois toutes les cinq minutes; le 8 et le 22, de $8^h 30^m$ à $10^h 30^m$, à chaque demi-minute. A Sodankylà (67°24',6 latitude nord, 27°17',3 est de Greenwich), ces observations seront continuées jusqu'au 22 août 1884; à Kultala (68°29',5 latitude nord, 26°39',4 est), elles ont été commencées le 16 janvier 1884 et finies le 17 mars.

» *Le courant terrestre.* — Ce phénomène avait été étudié de la mi-septembre 1882 jusqu'au 1er septembre 1883, en même temps que les variations magnétiques. Deux conducteurs en fils de cuivre, nord-sud et est-ouest, d'environ 5^{km} de longueur, aboutissant à des plaques de platine de 1^{dq},

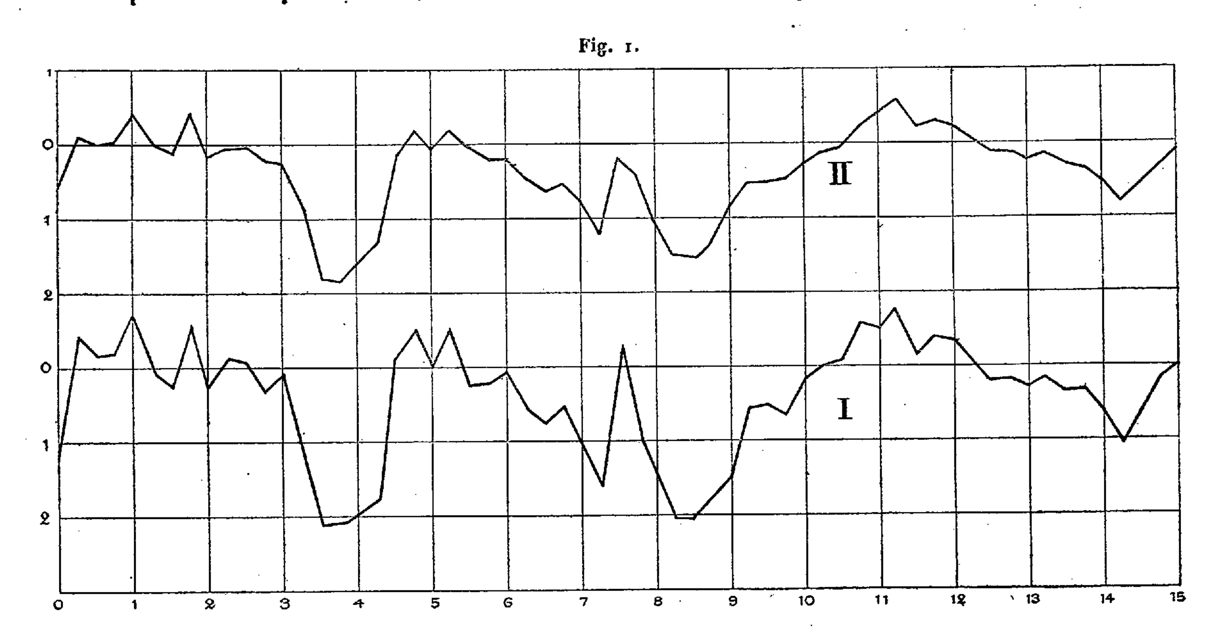
enfouies à une profondeur de 1^m, 3, étaient installés avec isoloirs télégraphiques et dans chacun d'eux on avait interposé un galvanomètre sensible. De nouveaux fils de fer furent employés et les plaques placées à environ $2^{km},5$ plus vers l'ouest et vers le sud. Les anciens conducteurs furent cependant gardés quelque temps pour des comparaisons.

» A Kultala l'installation était à peu près la même; seulement les longueurs et les directions étaient un peu différentes et les plaques étaient placées dans l'eau de la rivière d'Ivalo et de ses affluents.

» Avec un électromètre de Mascart, donnant dix-huit divisions pour un volt, et avec le galvanomètre, on a pu éliminer les forces perturbatrices provenant du contact de la polarisation.

» 1° Lorsque deux galvanomètres à peu près semblables furent introduits dans les deux conducteurs est-ouest, près de Sodankylà, situés l'un à $2^{km},5$ plus à l'est que l'autre, les déviations dans les deux galvanomètres se mon-

Fig. 1.



traient presque identiques. Dans la *fig.* 1, la courbe I représente les déviations dans l'ancien conducteur, et la courbe II celles dans le nouveau.

» Chaque centimètre d'abscisse représente deux minutes; chaque centimètre d'ordonnée 200′ d'arc. 1° La similitude des deux courbes montre que les variations proviennent du courant terrestre et que l'effet des causes perturbatrices est très faible.

» 2° Les variations, grandes et nombreuses, surtout dans le courant

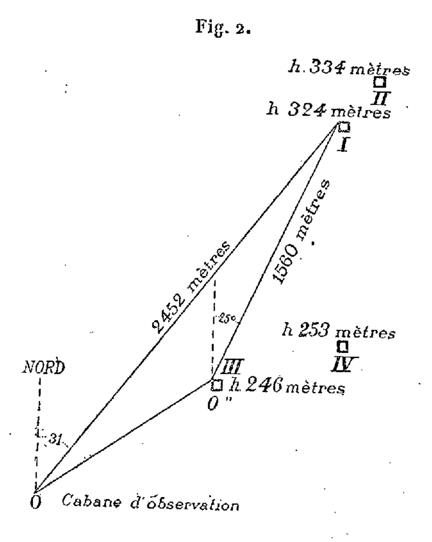
est-ouest, se montraient, comme précédemment, assez rares à Kultala. Il semble en résulter que le pôle nord de la Terre est entouré d'une ceinture de courants terrestres.

» 3° Les variations magnétiques et celles du courant terrestre ont un rapport intime.

» *Courants électriques de l'air.* — Dès le 12 octobre 1883, un appareil d'écoulement fut installé sur la montagne Kommattiwaara (130^{m} de haut), à 6^{km} de la station Sodankylà. L'appareil, qui occupait une surface de 364^{mq}, consistait en un fil de fer, garni, à chaque demi-mètre, de pointes en laiton, et posé en spires rectangulaires à la distance de 1^{m},5. Le fil reposait sur des poteaux munis d'isoloirs à acide sulfurique (Mascart), attachés solidement à une construction en bois. Un fil isolé conduisait jusqu'au galvanomètre de la station.

» A la station Kultala, quatre appareils, marqués I, II, III, IV, étaient situés comme l'indique le plan (*fig.* 2). Deux fils conduisaient à la station

Fig. 2.



et de là à deux plaques de zinc immergées. Les appareils pouvaient être réunis, de différentes manières, avec le galvanomètre par un commutateur O". La rivière d'Ivalo est située à environ 160^{m} au-dessus de la mer.

» Les observations furent faites à Sodankylà et à Kultala avec des appareils identiques. On observait d'abord la déviation par le courant, puis on introduisait, dans des directions opposées, un élément Leclanché, qui faisait connaître la force électromotrice en volts. A Sodankylà le courant observé était d'abord *négatif*, c'est-à-dire allant de la terre à l'atmosphère,

mais il changea quelquefois de direction et resta toujours positif pendant que l'aurore boréale régnait. Des variations ayant même caractère étaient assez nombreuses et souvent assez brusques. Avec les appareils de Kultala, on fit de nombreuses expériences, qui conduisent aux résultats suivants :

» 1° Si deux appareils d'écoulement, à peu près semblables et à la même hauteur, sont réunis au galvanomètre, *ils ne donnent aucun courant*.

» 2° L'appareil II, uni à l'appareil I, avec une différence de hauteur de 10^m, donnait toujours un courant positif, c'est-à-dire de haut en bas, dont la force électromotrice variait considérablement, comme l'indiquent les nombres suivants, exprimés en volt :

18 mars....	0,1171; 0,1714	20 mars. . .	0,1891; 0,3262; 0,2632; 0,2632
19 mars....	0,1161; 0,1400	21 mars....	0,0530; 0,0530.

» 3° Tout près de la Terre se trouve une couche d'air où la densité électrique est plus grande qu'au-dessous. Avec deux petits appareils mobiles on constata, par des expériences assez pénibles, que le minimum de densité se trouve entre 3^m et 9^m de hauteur.

» A partir d'une couche qui se trouve à quelques mètres au-dessus de la Terre, la force électromotrice croît avec la différence de hauteur entre les appareils d'écoulement. Certaines circonstances portent à croire que la force croît plus rapidement que la différence de hauteur.

» *Etude des phénomènes lumineux*. — L'année n'était pas favorable pour des observations de cette espèce. Une température relativement élevée régnait presque toujours; la pluie et la neige tombaient, non en grande quantité, mais presque continuellement. Le nombre des aurores boréales n'était que le dixième du nombre ordinaire, et encore ces aurores ont-elles été faibles, fait assez étonnant au milieu d'une période de maximum.

» On sait par l'expérience que les appareils d'écoulement produisent la lumière, tantôt *sous forme de lueur diffuse*, tantôt *sous forme de rayons*.

» La première forme se montre assez facilement; déjà à Sodankylä on pouvait la constater plusieurs fois sur le Kommattiwaara dans certaines circonstances favorables, parfois avec l'œil nu, plus souvent encore avec le spectroscope. A Kultala la plupart n'étaient visibles qu'avec le spectroscope, surtout parce qu'il faisait, dans les circonstances les plus avantageuses, un clair de lune assez vif.

» L'expédition étant munie d'une machine électrique de Holtz, de nouvelles expériences furent exécutées avec elle, par M. Biese et par moi, les 27 janvier, 3, 4, 6, 7, 8, 12, 16, 20, 24 février.

» 1° L'appareil d'écoulement produit en certaines occasions une lumière diffuse qui donne la réaction spectrale de l'aurore polaire.

» 2° Une machine de Holtz, mise en action dans le conducteur, renforce ce phénomène, s'il existe déjà, et peut même le provoquer dans des circonstances extérieures favorables;

» 3° Le phénomène ne se voit pas à l'œil nu, si la Lune a une haute intensité, mais souvent le spectroscope annonce, même alors, sa présence.

» Les phénomènes lumineux sous forme de rayons exigent des circonstances extérieures particulières, surtout une température basse et un état barométrique relativement faible, qui ont été bien rares pendant cette année et qui ont apparu le plus souvent en plein clair de lune. Néanmoins, l'un des observateurs, M. Roos, a vu le phénomène au-dessus de l'appareil I, le 27 février et le 2 mars, la deuxième fois avec pleine certitude.

» En attendant que les trois natures de phénomènes aient été décrites, nous nous bornons à appeler l'attention des physiciens sur le nouveau principe de mesure de l'électricité atmosphérique par l'emploi des appareils d'écoulement. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 7 juillet 1884.

Notes sur la géologie du département de l'Ariège; par M. Hébert. Lagny, imp. Aureau, 1884; in-8°.

Sur la position des calcaires de l'Echaillon dans la série secondaire; par M. Hébert. Lagny, imp. Aureau, 1881; opuscule in-8°.

Bibliothèque de l'Ecole des Hautes Etudes, publiée sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, section des Sciences naturelles, t. XXVII et XXVIII. Paris, G. Masson, 1884; 2 vol. in-8°. (Deux exemplaires.)

Manuel de Conchyliologie et de Paléontologie conchyliologique; par le D[r] P. Fischer; fasc. VII. Paris, F. Savy, 1884; in-8°.

Annales de l'observatoire de Moscou, publiées par le professeur Dr T. Bredichin; vol. X, 1re liv. Moscou, A. Lang, 1884; in-4°.

Sur la météorite de Ngawi, tombée le 3 *octobre* 1883 *dans la partie centrale de l'île de Java; par* E.-H. Von Baumhauer. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Extrait des *Archives néerlandaises.*) (Présenté par M. Daubrée.)

Weathermass. Imperial meteorogical observatory Tokio, Japan; march-august 1883. Tokio, 1884; 6 fascicules in-4°, avec tableaux, traduits en français, de août 1882 à août 1883. (Présenté par M. E. Becquerel.)

Report of the Naval observatory in the hydrographic department admiralty Tokio; n° 2, 1883, october. Sans lieu ni date; in-4°. (Présenté par M. E. Becquerel.)

Abhandlungen der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, aus dem Jahre 1883. Berlin, 1884; in-4°.

Meteorological observations made at the honorable east India Company's magnetical observatory at Singapore; by cap. C.-M. Elliott, *in the years* 1841-1845. Madras, 1850; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 JUILLET 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Bertrand** présente à l'Académie les deux Notes inédites suivantes d'*Augustin Fresnel,* qui ont été trouvées au milieu des papiers d'Ampère. Elles ont été signalées par M. Joubert, secrétaire général de la Société de Physique, qui avait été autorisé à faire des recherches dans les nombreux cartons ou l'Académie a réuni les papiers offerts à l'Institut par les héritiers de Jean-Jacques Ampère, le fils de l'illustre physicien.

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison de la supposition des courants autour de l'axe d'un aimant, avec celle des courants autour de chaque molécule.* Note d'**Augustin Fresnel** (1).

« Par l'analogie de l'aimantation de chaque anneau de la surface d'un

(1) Dans son premier Mémoire, Ampère avait expliqué les propriétés de l'aimant par des courants circulaires autour de l'axe; c'est dans un Mémoire lu le 15 janvier 1821 qu'il fait mention, pour la première fois, de l'hypothèse des courants particulaires. Cette hypothèse

cylindre d'acier placé dans une hélice traversée par un courant, j'avais conclu, dans la supposition des courants autour de l'axe (¹) :

» 1° Que le courant d'un fil conjonctif produirait un autre courant dans un fil d'acier parallèle au premier, et dont les extrémités seraient mises en communication par un conducteur;

» 2° Qu'au moyen d'une sorte de polarisation produite dans les particules du fil d'acier par l'action du fil conjonctif, le courant se perpétuerait dans le premier, après que le fil conjonctif aurait cessé d'agir sur lui, de même que les courants se perpétuaient dans le cylindre retiré de l'hélice;

» 3° Que si on supprimait la communication entre les deux extrémités du fil d'acier, la polarisation de ses particules ne pouvant plus continuer à produire le courant, il devait se manifester une tension d'électricité opposée à ses deux extrémités, et j'avais conçu sur ce principe l'idée d'un appareil voltaïque composé d'un faisceau de semblables fils. Ces expériences, faites

---

lui avait été suggérée par Fresnel, comme il résulte du fragment suivant, écrit de la main d'Ampère, et qui fait partie des papiers appartenant à l'Académie :

« Cette hypothèse (l'hypothèse des courants autour des particules) m'a été communiquée par M. Fresnel, qui trouvait plusieurs avantages à considérer de cette manière les courants électriques de l'aimant. Je m'écarterais trop de mon sujet si je voulais exposer les raisons qui peuvent l'appuyer, celles qui me paraissent rendre plus probable la manière dont j'ai d'abord conçu les courants électriques de l'aimant, telle que je l'ai admise dans le cours de ce Mémoire, et surtout si je voulais examiner une troisième manière de les concevoir, qui, conservant complètement l'analogie des courbes formées dans des perpendiculaires à l'axe d'un aimant, et des lignes qui vont de l'extrémité positive d'un fil conducteur à l'extrémité négative, parallèlement à sa longueur, analogie prouvée par un si grand nombre de faits qu'elle m'a, pour la plupart, indiqués d'avance, présentait, pour le calcul de l'action mutuelle de deux courants, la même facilité que l'hypothèse de M. Fresnel, et tendait, en outre, à ramener à un principe unique les attractions et répulsions électriques ordinaires, et celles que j'ai reconnues entre deux courants électriques, en rendant compte de toutes les différences qui semblent établir, entre les uns et les autres, une dissemblance ou même une opposition complète.

» Cette troisième hypothèse, que j'avais déduite de quelques faits que j'ai reconnus depuis s'expliquer également bien dans celle que j'expose ici, est d'ailleurs trop éloignée de la manière dont tous les physiciens ont considéré la cause des phénomènes électriques pour qu'on puisse s'y arrêter. Quelle que soit l'opinion qu'on adopte sur de pareils sujets, les faits et les lois auxquelles ces faits sont soumis restent les mêmes, ainsi que les moyens par lesquels il est donné à l'homme d'arriver à la connaissance de ces lois. »

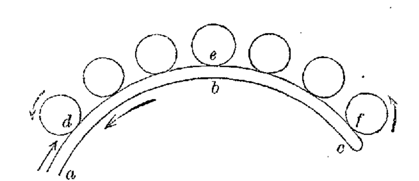
(¹) Voir la Note de Fresnel, *Sur des essais ayant pour but de décomposer l'eau avec un aimant* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. XV, p. 219, Cahier d'octobre 1820, et *Œuvres de Fresnel*, t. II, p. 673).

par différents procédés, entre autres par les grenouilles, qui offrent l'épreuve la plus sensible, n'ont donné aucun résultat.

» Dans la théorie des courants autour de chaque molécule, un fil conjonctif parallèle à un fil d'acier doit produire, autour des molécules de celui-ci, des courants dans le plan passant par les deux fils. Il n'y aura pas de courant longitudinal; des grenouilles interposées entre les deux extrémités de ce fil ne seront pas affectées; l'eau ne sera pas décomposée, etc. Le fil d'acier ne présentera ensuite aucun signe de magnétisme; mais, si l'on prenait un tel fil et qu'on le tournât en hélice, de manière que le côté de sa surface qui était en regard avec le fil conjonctif se trouvât en dedans ou en dehors de l'hélice, ce fil formerait un aimant dont le sens du magnétisme dépendrait du sens de l'hélice, et du sens dans lequel serait placé le côté du fil d'acier qui était en regard avec le fil conjonctif.

» Dans la supposition des courants autour de l'axe, le sens de l'aimantation d'une aiguille par l'action d'un aimant cylindrique creux, dans l'intérieur duquel elle est placée, doit être le même que celui de l'aimant, c'est-à-dire que les deux mêmes pôles de l'aiguille et du cylindre doivent se trouver du même côté. L'expérience de l'aimantation d'une aiguille par une hélice confirme ce résultat. Il faut remarquer qu'il est contraire à celui de la théorie ordinaire du magnétisme. Dans cette théorie, une aiguille placée dans un cylindre creux doit s'aimanter, de manière que ses pôles soient opposées à ceux du cylindre situés du même côté.

» Dans la théorie des courants autour de chaque molécule, le sens de



Portion de la dernière spire de cette figure.

Il faut supposer le fil de retour *abc* et le fil *def* dans une même surface cylindrique, perpendiculaire au plan de la figure.

Le fil, en revenant contre lui-même, après avoir formé chaque anneau, ne doit pas se toucher, pour que le courant électrique passe toujours par les anneaux.

l'aimantation d'une aiguille placée dans un aimant creux doit être contraire à celui de l'aimant; c'est-à-dire que les pôles contraires de l'aiguille et de l'aimant doivent être du même côté, comme dans la théorie ordinaire. Je m'étais proposé de faire cette expérience par l'électricité, au

moyen d'une hélice formée d'un fil tourné de manière à offrir une suite d'anneaux pour représenter les courants autour des molécules, et revenant ensuite en formant une hélice simple entre les circonvolutions de la première, pour neutraliser son action longitudinale et son action circulaire et ne laisser que l'action des anneaux.

» Une telle hélice devra aimanter une aiguille placée dans son intérieur, en sens contraire d'une hélice simple, et agir extérieurement dans le même sens que cette dernière.

» Dans la supposition des courants autour de l'axe, si l'on fend longitudinalement un cylindre creux d'acier aimanté, il doit aussitôt perdre sa propriété magnétique. On ne doit pouvoir aimanter une hélice d'acier, dans le sens de son axe, qu'autant que ses deux extrémités sont mises en communication par un conducteur, et, si l'on coupe le conducteur, l'hélice doit cesser subitement d'être magnétique. J'ai aimanté des hélices dans le sens de leur axe, en les plaçant dans une autre hélice, que je faisais traverser par des décharges de Leyde; cela, quoique leurs extrémités ne fussent pas en communication. Dans cette même supposition, une hélice d'acier, traversée par une décharge de Leyde et qui s'aimante alors, comme je l'ai reconnu, ne peut le faire que par l'action longitudinale du courant, et non par l'action circulaire.

» Dans la supposition des courants autour de chaque particule, on peut fendre longitudinalement un aimant creux, sans détruire son magnétisme. On peut aimanter une hélice dans le sens de son axe, sans mettre en communication ses deux extrémités. Une hélice qui s'aimante par une décharge qui la traverse le fait par l'action longitudinale du courant, qui l'aimante dans le sens de son fil, et par l'action circulaire, qui l'aimante dans le sens de son axe et qui concourt avec la première.

» Dans la théorie ordinaire du magnétisme, une aiguille, mise dans un aimant creux au milieu de sa longueur, s'aimantera d'autant moins fortement qu'elle sera plus courte et que l'aimant sera plus long. J'ai mis une aiguille dans l'intérieur, et au milieu d'une longue hélice, par laquelle j'ai fait passer une décharge de Leyde, et l'aiguille m'a paru aussi fortement aimantée qu'avec la même hélice coupée seulement un peu plus longue que l'aiguille. Il faudrait faire cette expérience avec l'hélice à anneaux. »

Deuxième Note sur l'hypothèse des courants particulaires;
par **Augustin Fresnel** [1].

« J'ai déjà remarqué qu'il n'est pas indifférent de supposer que le magnétisme consiste en des courants autour de l'axe des aimants, ou autour de chacune de leurs particules; que des phénomènes, qui sont des conséquences de la première hypothèse et que l'expérience ne réalise pas, ne doivent pas, en effet, se produire d'une manière observable dans la seconde; que cette dernière est la seule dont les résultats s'accordent avec ceux de la théorie ordinaire du magnétisme, qui, généralement, représente d'une manière très fidèle les phénomènes de l'aimant, de sorte que, pour reproduire dans tous les cas ces phénomènes au moyen d'un courant électrique, il faudrait le faire passer par l'*hélice à anneaux*, dont j'ai conçu l'idée. J'ajouterai encore que la particularité qu'un aimant n'est pas chaud, tandis qu'il semble devoir l'être dans l'hypothèse des courants autour de l'axe, n'est pas une difficulté dans l'hypothèse des courants autour des particules; car, si un courant électrique, en traversant une masse de particules d'un corps conducteur, l'échauffe, on ne voit pas que ce soit une nécessité que des courants autour des particules d'une semblable masse l'échauffent aussi : les circonstances ne sont plus les mêmes; on ne connaît pas assez la cause de la chaleur que développe un courant électrique, et l'on n'a que des idées trop incomplètes sur la constitution des corps, pour savoir si, dans ce cas, l'électricité doit produire de la chaleur.

» Si l'on démontrait qu'une particule entourée d'un courant électrique représente exactement, par son action, une particule dans laquelle, à deux endroits opposés, seraient deux principes, deux fluides attractifs l'un pour l'autre et répulsifs chacun pour lui-même, avec une intensité réciproque au carré de la distance; considérant la ligne passant par la particule entourée d'un courant perpendiculairement au plan de ce courant, comme l'analogue de celle traversant l'autre particule et passant par ses pôles, on conclurait aisément de là l'action mutuelle de deux aimants, dans l'hypo-

---

(1) La collection des papiers d'Ampère renferme deux copies de cette Note, toutes deux de la main de Fresnel. Les deux Notes ne diffèrent que par quelques détails insignifiants de rédaction. Ni l'une ni l'autre ne porte de titre ni de signature; une seule porte la date du 5 juin 1821. (J.)

thèse des courants autour de chaque particule; il est facile de voir que, supposant les courants d'égale intensité autour de toutes les particules de la longueur d'un barreau aimanté, l'action ne devra émaner que de la surface terminant le barreau à chacune de ses extrémités, parce que les actions des côtés en regard de toutes les particules de la longueur du barreau se neutraliseront, et qu'il ne restera que les actions des côtés extérieurs des particules des extrémités. La théorie ordinaire donne le même résultat, en supposant la décomposition du fluide magnétique naturel égale dans toutes les particules de la longueur. Ainsi, quant à l'explication des phénomènes purement magnétiques, les deux théories ne seraient plus, en quelque sorte, que la même; elles auraient les mêmes propriétés.

» Il n'en est pas de même relativement aux phénomènes *électromagnétiques;* il faudrait ajouter à la théorie ordinaire du magnétisme la supposition d'une certaine action entre les fluides magnétiques des aimants et le courant électrique d'un fil conjonctif; tandis qu'en admettant que l'état magnétique consiste en des courants électriques, comme l'expérience fait reconnaître une action entre ces courants, on voit qu'il peut y en avoir une entre un conjonctif et un aimant.

» D'après cette manière de concevoir la constitution électrique des aimants, un fil conjonctif n'agira pas sur tous les points de leur longueur, comme quelques expériences peuvent le faire croire, mais n'agirait que sur leurs pôles, et ces expériences s'expliqueraient par la direction de la force agissant sur ces pôles, direction qui, pour chaque pôle d'un aimant, ferait un angle avec le plan renfermant le fil et passant par le pôle [1].

» On peut facilement démontrer que la direction de la résultante des forces qu'un fil conjonctif rectiligne indéfini exerce sur chaque pôle d'un barreau situé dans une ligne perpendiculaire au fil conjonctif est perpendiculaire au plan renfermant la ligne et le fil, et que le sens de la résultante pour un pôle est contraire au sens de la résultante pour l'autre pôle. On peut examiner si, lorsque ce barreau restant dans le même plan s'incline au fil conjonctif et lorsqu'il s'incline à ce plan, la résultante est encore perpendiculaire au plan renfermant le fil et passant par le pôle qu'on considère, ce qui, dans le dernier cas, ne me paraît pas devoir avoir lieu.

» L'action des aimants n'émane pas que des surfaces qui les terminent à leurs pôles. J'ai mis bout à bout en contact, par toute l'étendue des sur-

---

(1) Ce paragraphe, de même que le suivant, manque dans l'une des rédactions. (J.)

faces les terminant à leurs pôles contraires, deux barreaux aimantés semblables, et j'ai trouvé sur chaque barreau, de chaque côté du point de contact, jusqu'à une certaine distance, du magnétisme de même nature que celui de l'extrémité en contact du barreau sur lequel je l'observais. L'intensité de l'action des barreaux est à son maximum à leurs extrémités, et décroît des extrémités vers le milieu.

» Pour concevoir ce décroissement, il faudra admettre, dans la théorie électrique du magnétisme, que l'intensité des courants autour des particules croît des extrémités des barreaux vers le milieu, suivant une certaine loi, loi telle que les différences entre les intensités des courants successifs décroissent à partir des extrémités des barreaux, suivant la même loi que l'intensité du magnétisme, à partir des extrémités, ce qui est, généralement, la condition de cette loi. D'après cette loi, l'intensité des courants sur un barreau, à une distance finie de l'extrémité, doit être, mathématiquement parlant, infiniment plus grande qu'à l'extrémité.

» Si l'on suppose que le décroissement de l'intensité du magnétisme des extrémités des barreaux vers le milieu soit représentée par une logarithmique (ce qui ne peut être vrai, à la rigueur), l'intensité des courants, à une distance donnée de chaque extrémité, sera proportionnelle à $\frac{b^d - 1}{b^d}$, expression dans laquelle d est la distance entre l'extrémité et le point auquel on considère l'intensité des courants, l'unité étant la distance entre l'extrémité et le point auquel l'intensité du magnétisme est à l'intensité du magnétisme à l'extrémité $::1:b$.

» L'intensité des courants est aussi, dans ce cas, proportionnelle à $\frac{a^d - c^d}{a^d - 1}$, a étant l'intensité du magnétisme à l'extrémité, d la distance, comptée de l'extrémité, à laquelle on considère l'intensité des courants, exprimée par la distance, à laquelle l'intensité est c, prise pour unité. On peut de même exprimer l'intensité des courants, aux différents points de la longueur du barreau, par une loi quelconque de décroissement de l'intensité du magnétisme.

Pour concevoir ce décroissement de l'intensité du magnétisme dans la théorie ordinaire, il faut admettre que la décomposition du fluide magnétique naturel croît en quantité dans les particules, depuis les extrémités des barreaux jusqu'à leur milieu, suivant la même loi que l'intensité des courants dans la théorie électrique. Si l'on suppose que l'intensité du ma-

gnétisme décroisse des extrémités vers le milieu, suivant une logarithmique, la quantité de fluide naturel décomposé, à un point quelconque, sera représentée par les mêmes expressions que l'intensité des courants, d étant la distance à laquelle on considère la quantité de la décomposition.

5 juin 1821.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Etude sur les déformations géométriques, déterminées par l'écrasement d'un cylindre entre deux plans;* par M. TRESCA.

« Lorsqu'on écrase un cylindre droit, à base circulaire, dans le sens de son axe, le diamètre des différentes sections transversales augmente en même temps que la hauteur diminue, et l'on pourrait croire que chacune des couches a également contribué à cette augmentation. Il n'en est rien cependant, et l'expérience prouve que les deux bases, en contact avec les cales intermédiaires à l'aide desquelles on détermine l'écrasement, à moins que celles-ci ne soient très polies ou sillonnées de traits parallèles très lisses, contractent à ce contact une adhérence complète qui les empêche de changer de dimensions.

» C'est pour cette raison que les couches intermédiaires s'écoulent latéralement d'une manière inégale, et nous avons cherché, dans les considérations qui suivent, à nous rendre compte géométriquement de ce mode de déformation, qui doit nécessairement être symétrique par rapport à l'axe du cylindre et par rapport à la section transversale, située à égale distance des deux bases. Nous pourrons ainsi nous borner à considérer un quart OM seulement de la section méridienne, dans laquelle les axes de coordonnées coïncideraient respectivement avec l'horizontale de la section moyenne, de rayon R_0, et avec l'axe même du cylindre, de hauteur $2H$.

» Nous supposerons que le rayon R_0 devient r, sur toute la hauteur du cylindre, lorsque H se trouve réduit à h, et, en admettant que le volume reste constant, on aura nécessairement, entre ces quatre quantités, la relation

$$r^2 h = R_0^2 H.$$

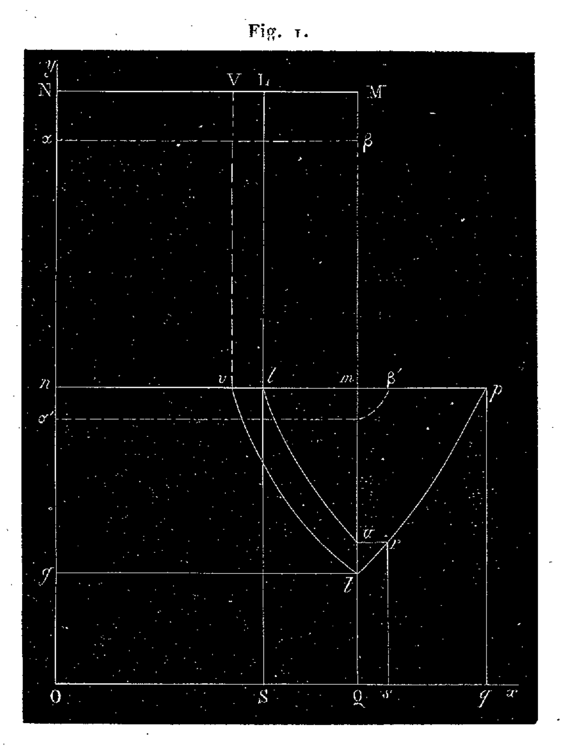
» Nous diviserons le cylindre en parties égales par des plans horizontaux comprenant entre eux des tranches de même volume, et chacune de ces tranches, aussi en un certain nombre de cylindres annulaires, correspondant chacun à la $n^{\text{ième}}$ partie du volume total, ce qui nous permettra

de rechercher, après la déformation, ce que sera devenu chacun de ces volumes partiels.

» Le mode de calcul sera absolument le même que celui employé précédemment dans l'étude de la déformation d'un parallélépipède rectangle, avec allongement dans un seul sens (*Comptes rendus*, 29 octobre 1883), si ce n'est que les hyperboles telles que lu seront d'un degré supérieur, parce qu'elles devront exprimer que le volume du solide de révolution qu'elles enveloppent reste constant.

» L'équation de l'hyperbole lu (*fig.* 1) sera pour cette raison $x^2y = r^2h$,

Fig. 1.



et le volume compris entre les ordonnées de l et de u sera $r^2 h \log hy \frac{R_0^2}{r^2}$, en désignant par r, R_0 et R_1 les trois rayons nl, nm et np, H et h étant comme précédemment la hauteur primitive ON, et la hauteur On après l'écrasement.

» On aura alors

$$\pi r^2 H = \pi r^2 h + \text{vol.}\,SluQ + \text{vol.}\,Qurs,$$

équation que nous développerons d'une manière analogue à celle qui a été

utilisée dans l'étude de l'écrasement d'un parallélépipède

$$\pi r^2 H = \pi r^2 h + \pi r^2 h \operatorname{loghyp} \frac{R_0^2}{r^2} + \pi(x^2 - R_0^2)y.$$

Elle se réduit à

$$r^2 H = r^2 h + r^2 h \operatorname{loghyp} \frac{R_0^2}{r^2} + (x^2 - R_0^2)y,$$

et, par suite de la relation $r^2 h = R_0^2 y$,

$$R_0^2 y \frac{H}{h} = R_0^2 y + R_0^2 y \operatorname{loghyp} \frac{h}{y} + (x^2 - R_0^2)y,$$

d'où

$$\operatorname{loghyp} \frac{h}{y} = \frac{H}{h} - \frac{x^2}{R_0^2} = \frac{1}{R_0^2}(R_1^2 - x^2).$$

» Cette équation est celle de la logarithmique tp; pour $x = R$, elle donne $y = h$, et pour $x = R_0$, $\operatorname{loghyp} y = \operatorname{loghyp} h + 1 - \frac{R_1^2}{R_0^2}$.

» Les développements dans lesquels nous sommes entrés précédemment nous permettent de ne pas nous arrêter aux détails des calculs, et nous nous bornerons à en indiquer numériquement les résultats pour un cas particulier, celui d'un cylindre dont la demi-hauteur primitive est 8, le diamètre 8 également, et dont la hauteur est réduite à moitié, par voie d'écrasement, entre deux plans horizontaux.

» Nous diviserons ce demi-cylindre en 8 zones horizontales de hauteur 1, et, dans chacun de ces cylindres partiels, nous considérerons trois rayons intermédiaires, $\rho_1 = 2$, $\rho_2 = 2,83$, $\rho_3 = 3,46$, $\rho_4 = 4$, qui définiront 3 anneaux concentriques de volume égal à celui du cylindre central, ce qui produira une division du cylindre primitif en 64 volumes équivalents.

» La logarithmique principale K (*fig.* 2) aura pour équation

$$\operatorname{log hyp} \frac{h}{y} = \frac{1}{R_0^2}(R_1^2 - x^2),$$

et son ordonnée, pour le rayon $R_0 = 4$, sera

$$\operatorname{loghyp} y = \operatorname{loghyp} 4 + 1 - 2 = 0,3863,$$

d'où

$$y = 1,47153$$

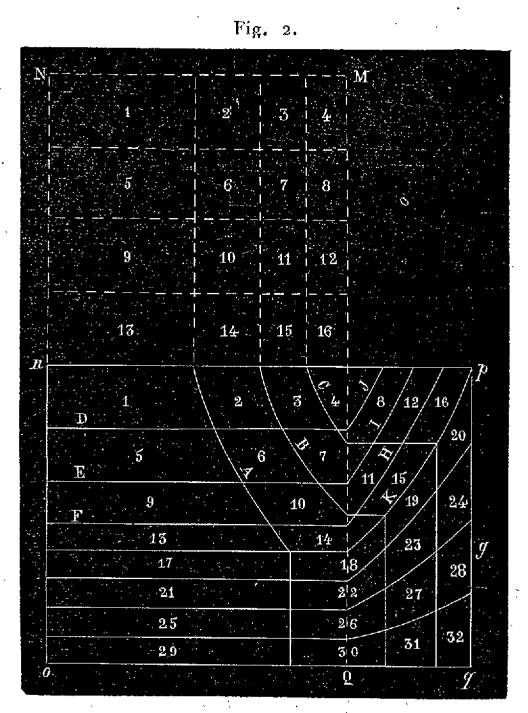
pour le point t,

» Les quatre tranches horizontales situées au-dessous de ce point auront pour hauteur commune

$$\tfrac{1}{4}1,47153 = 0,36788,$$

et les logarithmiques qui doivent former leurs prolongements émergeront à la nouvelle périphérie du cylindre aux hauteurs respectives 1, 2, 3, 4.

Fig. 2.



» L'équation générale des trois hyperboles A, B, C sera

$$x^2 y = x_0^2 y_0$$

et, en particulier,

$$\text{Pour A......} \quad x^2 y = 4 \times 4 = 16,$$
$$\text{Pour B......} \quad x^2 y = 8 \times 4 = 32,$$
$$\text{Pour C......} \quad x^2 y = 12 \times 4 = 48,$$

ce qui, pour $x = 4$, donne respectivement les valeurs de y

$$y = 1 \text{ pour A}, \quad y = 2 \text{ pour B}, \quad y = 3 \text{ pour C}.$$

» Les ordonnées y_1 des horizontales situées au-dessus de gt seront obtenues par l'équation générale

$$x_0^2 y_0 \operatorname{loghyp} \frac{y_0}{y_1} = n\omega,$$

dans laquelle ω est le volume de l'une des 64 parties du volume total divisé par π, soit

$$R_0^2 \times H = 16 \times 8 = 128.$$

En y mettant pour n la valeur convenable, on trouve

$$\text{Pour D......}\quad 16\,\text{loghyp}\,\frac{4}{y_1} = 3 \times \frac{128}{32},\quad \text{d'où}\quad y_1 = 1,8395;$$

$$\text{Pour E......}\quad 16\,\text{loghyp}\,\frac{4}{y_1} = 2 \times \frac{128}{32},\quad \text{d'où}\quad y_1 = 2,4266;$$

$$\text{Pour F......}\quad 16\,\text{loghyp}\,\frac{4}{y_1} = 1 \times \frac{128}{32},\quad \text{d'où}\quad y_1 = 3,1080.$$

» Toutes les hauteurs calculées sont ainsi les mêmes que celles du premier exemple prismatique que nous avons considéré, mais les dimensions en largeur ou en rayons sont très différentes.

» Nous ferons le calcul complet pour l'une des logarithmiques I, supérieure à K; il faut satisfaire à la condition que le volume compris dans l'angle formé par E et I soit égal à 8 volumes partiels, et il suffit pour cela que nous considérions l'une quelconque de ces logarithmiques comme si elle s'était formée en enfonçant concentriquement un disque de rayon R_0 appliqué sur la base supérieure du cylindre.

» Si nous désignons par r l'abscisse d'une de ces logarithmiques et par r' l'abscisse du point où elle viendra percer le plan de la base primitive, elle aura pour équation

$$\text{loghyp}\,\frac{y_0}{y} = \frac{1}{R_0^2}(r^2 - R_0^2).$$

» Pour la courbe I, en particulier, qui correspond à l'horizontale L, il sera facile d'obtenir la valeur de r'; nous avons trouvé

$$\log\frac{y_0}{y_1} = \frac{1}{2},$$

et par suite

$$r'^2 = \tfrac{1}{2}R_0^2 + R_0^2 = \tfrac{3}{2}16 = 24,\quad \text{d'où}\quad r' = 4,91.$$

» Chacune de ces valeurs étant maintenant connue, l'équation correspondante de la logarithmique l'est aussi, et permet de déterminer r pour chacune des valeurs de y correspondant aux horizontales qui sont tracées à la suite des hyperboles. Le tracé complet de la figure se trouve ainsi complété par la connaissance de toutes les cotes.

» Il y a lieu de faire remarquer que, pour des tranches successives d'égale épaisseur, les valeurs de r'^2 sont équidistantes.

» La loi logarithmique de la distribution des tranches, après la déformation, reste la même que pour le parallélépipède, et on la déduit facilement de la remarque qui vient d'être faite; elle se traduit (*fig.* 1) par

$$\frac{\overline{n\beta'}^2 - \overline{nm}}{\overline{np}^2 - \overline{nm}^2} = \frac{\overline{\mathrm{NO}}^2 - \overline{\mathrm{N}\alpha}^2}{\overline{\mathrm{NO}}^2 - \overline{\mathrm{N}n}^2},$$

ce qui revient à

$$r_{\beta'}^2 - \mathrm{R}_0^2 = (\mathrm{R}_1^2 - \mathrm{R}_0^2)\frac{\mathrm{H} - y_\alpha}{\mathrm{H} - h}.$$

» En utilisant l'équation générale des logarithmiques supérieures et en substituant, on trouve immédiatement

$$\log\mathrm{hyp}\frac{h}{y_{\alpha'}} = \frac{r'^2 - \mathrm{R}_0^2}{\mathrm{R}_0^2} = \frac{\mathrm{R}_1^2 - \mathrm{R}_0^2}{\mathrm{R}_0^2}\,\frac{\mathrm{H} - y_\alpha}{\mathrm{H} - h},$$

relation générale entre les deux ordonnées y_α et $y_{\alpha'}$, de la même horizontale, avant et après la déformation.

» Pour $y_\alpha = \mathrm{H}$, le second membre est nul, ce qui correspond à $y_{\alpha'} = h$, comme l'indique la figure.

» Pour $y_\alpha = h$, on arrive simplement à

$$\log\mathrm{hyp}\frac{h}{y_{\alpha'}} = \frac{\mathrm{R}_1^2 - \mathrm{R}_0^2}{\mathrm{R}_0^2} = \frac{\mathrm{H}}{h} - 1,$$

ce qui correspond à la logarithmique principale et à l'horizontale qui lui sert de base.

» Si l'on voulait obtenir une relation entre les ordonnées $y_{\alpha'}$ et $y_{\alpha'_1}$ des deux horizontales primitives y_α et y_{α_1} après leur déplacement, on pourrait écrire immédiatement

$$\log\mathrm{hyp}\frac{y_{\alpha'_1}}{y_{\alpha_1}} = \frac{\mathrm{R}_1^2 - \mathrm{R}_0^2}{\mathrm{R}_0^2}\,\frac{y_{\alpha_1} - y_\alpha}{\mathrm{H} - h}.$$

» Cete loi logarithmique n'est toutefois applicable qu'au-dessus de l'horizontale de la logarithmique principale. Au-dessous, toutes les couches sont réduites dans une seule et même proportion.

» On a reproduit sur la figure O*npq* (*fig.* 2) les sections des 32 cases qui correspondent aux 32 divisions du demi-cylindre primitif; on n'y trouve plus les aires égales, considérées précédemment, et qui sont ici remplacées par les sections droites des solides de révolution, de même volume, en lesquels le solide primitif s'est nécessairement transformé.

» *Vérifications expérimentales.* — Il n'était pas possible de réaliser expérimentalement le mode de déformation d'un parallélépipède avec allongement dans un seul sens, et la théorie de cet écrasement ne pouvait recevoir sa sanction qu'après avoir été étendue à la déformation cylindrique d'un cylindre, qui est au contraire d'une réalisation très facile.

» L'écrasement d'un cylindre ne répond pas exactement aux déformations qui viennent d'être indiquées; mais il en diffère seulement par une plus grande continuité des faces de séparation des différentes couches horizontales, qui présentent des formes lenticulaires, par suite de l'atténuation des angles aux différents points de raccordement; mais cette atténuation n'altère point certains caractères principaux, même dans leurs dimensions. C'est ainsi que l'on peut reconnaître, dans un cylindre écrasé, l'exactitude de la loi des épaisseurs mesurées suivant l'axe, et, à la surface extérieure, celle de la largeur des couches annulaires dans les plans des bases, et enfin la forme même des transformées des verticales primitives.

» Pour la vérification de ces différents points, il n'était pas même nécessaire de faire de nouvelles expériences; celles de 1865 nous suffisent, et elles offrent, sur toutes les autres, cet avantage que les cotes relevées à leurs dates ne sauraient être entachées d'aucune prévention; les échantillons eux-mêmes ont d'ailleurs été conservés dans leur état primitif.

» Les figures qui seront publiées à cet égard ne laisseront aucun doute sur la concordance des évaluations numériques. Quant à la cause qui détermine l'adhérence entre les faces primitives et les cales par l'intermédiaire desquelles la pression est transmise, il n'y a pas lieu de la chercher ailleurs que dans la résistance supplémentaire à laquelle donnerait lieu le frottement de la matière amenée par la pression à l'état de fluidité, avec les parois métalliques de ces cales.

» Jusqu'ici les formules théoriques qui expriment les lois de la répartition des pressions dans une masse fluide n'ont pu être intégrées; la connaissance exacte du mode de déformation, telle qu'elle se trouve précisée par les nouvelles équations, donne par elle-même la notion exacte du mode de répartition de ces pressions, auxquelles sont exclusivement dues toutes les déformations. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux théorèmes de M. Sylvester et sur la Règle de Newton* [1]; par M. DE JONQUIÈRES.

« VIII. C'est, je le répète, à M. Sylvester que revient l'honneur d'avoir découvert la démonstration complète de la *Règle de Newton*, car ce qu'en avaient dit quelques mathématiciens du siècle dernier (aucun d'ailleurs ne s'en étant occupé avant lui dans celui-ci) était loin de mériter ce nom, comme Waring en faisait déjà la remarque (voir *Meditationes algebraicæ*, Partie IX, p. 48, édition de 1782). Toutefois il n'y était pas parvenu tout d'abord. L'illustre géomètre communiqua à la Société royale de Londres, dans sa séance du 7 avril 1864, un Mémoire fort étendu (87 pages), intitulé : *Recherches sur la Règle de Newton;* mais, malgré des investigations profondes, où les travaux de M. Hermite sont plus d'une fois cités et mis à contribution, il ne parvenait à le démontrer que pour les cinq premiers degrés, ce qui, pour le dire en passant, suffirait, au besoin, pour montrer la difficulté du sujet. M. Sylvester ne devait pas d'ailleurs s'en tenir là longtemps; car, dès le 19 juin 1865, il avait découvert le secret de cette règle et, qui plus est, sa généralisation [2], et en donnait connaissance dans une séance de la *Société mathématique*, au Collège de l'Université, à Londres; bientôt après, le 28 du même mois, il en faisait le sujet d'une lecture publique au Collège Royal, initiant ses nombreux auditeurs aux méthodes diverses qu'il avait successivement employées pour démontrer différents cas particuliers de la règle précitée, jusqu'à ce qu'enfin il eût aperçu clairement l'origine du théorème et de sa généralisation, exprimée par un théorème, « qui est,

---

(1) *Voir* une première Communication à ce sujet dans les *Comptes rendus* du 15 juillet 1884.

(2) Dans la démonstration de ce *théorème général*, l'une des deux *suites* que l'on a à considérer pour comparer finalement les nombres de variations de signes qui s'y produisent pour des valeurs de x comprises entre deux limites données se compose de *fonctions* dont le second terme est multiplié par une fraction dans laquelle figure une indéterminée commune à toutes. C'est cette indéterminée qui, entre autres choses, donne à la méthode de M. Sylvester une importance et un caractère particuliers. Lorsqu'on fait cette indéterminée égale à $-m$, on est facilement conduit aux fractions multiplicatrices de Newton. Le troisième théorème de M. Sylvester contient même deux telles indéterminées, ce qui lui donne un caractère encore plus grand de généralité...

» dit-il, à la règle de Newton ce que le théorème de Fourier est à celui de » Descartes [1] ».

» Deux autres théorèmes, apportant, dans la forme principalement, un perfectionnement au premier, furent ensuite publiés, avec des explications assez brèves, par M. Sylvester lui-même, dans le Tome XXXI du *Philosophical Magazine* pour 1866, p. 214 [2]. Ce n'était pas lui, d'ailleurs, qui avait fait la première publication de ses importantes Communications de l'année précédente. M. le professeur Purkiss s'était chargé immédiatement de ce soin, dans la 4ᵉ livraison de l'*Oxford, Cambridge and Dublin mathematical Messenger* (1865), p. 125. M. Sylvester fait une allusion approbative à cette savante et complète analyse, dans deux Lettres adressées par lui, en 1865, au rédacteur en chef du *Philosophical Magazine* [3]. La teneur de cette cor-

---

(1) Les deux *suites* dont il est question dans le *Nota* précédent étant désignées par les symboles (f) et (G), le théorème de M. Sylvester, d'où se déduit la Règle de Newton, peut s'exprimer ainsi :

Le nombre des doubles permanences gagnées par les suites (f) *et* (G) *dans le passage de* $x = \alpha$ *à* $x = \beta$ $(\alpha < \beta)$ *est égal au nombre des racines réelles de l'équation* $f(x) = 0$ *comprises entre* α *et* β, *ou le surpasse d'un nombre pair d'unités.*

(L'auteur appelle *doubles permanences* les permanences *simultanées* des deux suites.)

(2) Cet article de M Sylvester est intitulé : *On an improved form of statement of the new rule for the separation of the roots of an algebraical equation, with a postscript containing a new theorem;* by professor Sylvester. Quant au résumé de sa *lecture* au Collège Royal, il se trouve dans le recueil des *Proceedings of the London mathematical Society*, nº 2.

(3) *Philosophical Magazine* (1865), t. XXX, p. 232 et 365. On lit, dans la seconde de ces lettres, le passage suivant qu'il importe de citer ici :

» .... It (my lecture) does contain a proof *in extenso* of Newton's theorem, not merely that which commonly goes by the name; but of the complete theorem in the form given to it by Newton himself, which had been lost sight of, whitout exception, so far as I know, by all who have since treated of the subject, in which form it is a rafinement upon Descartes's rule of signs, and admits of beeing generalized still further into a theorem which bears to tself the same kind of relation that Fourier's theorem bears to Descartes's, this generalized theorem, which is of a geminate character, beeing in its turn included in one still more general, containing an arbitrary parameter (limited).

» The late deeply lamented M. Purkiss has drawn up a very full account of these investigations for the number of the *Cambridge, Oxford and Dublin mathematical Messenger*, which has just made its appearance (page 365, lignes 22 et suivantes). »

Une traduction de l'excellent article du professeur Purkiss, qu'on pourrait ainsi plus aisément consulter avec le Commentaire de M. Genocchi, ainsi qu'avec le texte même de la *lecture* de M. Sylvester, ne pourrait être que très agréable et profitable aux géomètres qui

respondance prouve l'importance que son auteur attachait à sa récente et laborieuse découverte.

» L'impression produite par cet événement scientifique avait été profonde parmi les assistants. Au début de son article, M. Purkiss félicite son pays, de ce que la gloire d'avoir découvert la démonstration si longtemps et vainement cherchée était le partage d'un compatriote de Newton, et non d'un étranger. Ce sentiment se traduit, dès la première ligne, par le distique suivant, où le sentiment de la justice internationale trouve d'ailleurs sa place à côté de la fierté légitime du citoyen britannique :

Ortæ a Cartesio, quam Newtonus insuper auxit,
Doctrinæ, en! demum fons et origo patet (¹).

» IX. Ces détails complémentaires n'étaient pas inutiles pour montrer

---

s'intéresseront à la question. La transition du théorème de M. Sylvester à celui de Newton s'y trouve, notamment, indiquée d'une façon beaucoup moins sommaire que dans l'article de M. Genocchi, bien que, par son extrême concision, elle laisse encore au lecteur le soin d'une investigation personnelle qui n'est pas d'ailleurs sans profit.

A ce propos, il n'est pas inutile d'observer que, pour retrouver, *à un facteur numérique près*, les *fractions multiplicatrices* de Newton, qui affectent le premier des deux termes de chaque fonction (G), lorsqu'on part de celles de M. Sylvester, qui affectent le second de ces termes, et, en conséquence, pour obtenir *les deux mêmes suites* de signes (G) par les deux méthodes, il faut écrire les dérivées successives de $f(x)$ (que M. Sylvester fait intervenir) dans l'ordre décroissant

$$f_m(x),\ f_{m-1}(x),\ \ldots,\ f''(x),\ f'(x),\ f(x),$$

et non dans l'ordre ascendant ; car, dans ce dernier cas, on obtiendrait bien une succession des mêmes signes, mais disposés en ordre inverse l'un de l'autre, ce qui, il est vrai, ne modifie en rien le résultat cherché, mais pourrait troubler un lecteur uniquement préoccupé de se rendre compte comment l'un des théorèmes et ses éléments se déduisent de l'autre.

(¹) L'explication ci-après fera mieux comprendre le rapprochement que M. Purkiss fait dans ces deux vers.

Après qu'on a effectué sur les coefficients de l'équation donnée (rendue complète, si c'est nécessaire, par l'adjonction de coefficients nuls) la série d'opérations que prescrit la Règle de Newton et formé de la sorte la suite des termes (G), dont il suffit d'ailleurs d'écrire les signes, cette Règle peut s'énoncer ainsi :

Autant la suite (G) *a de* variations, *autant,* au moins, *l'équation a de racines imaginaires;* et par conséquent, *autant la suite* (G) *a de* permanences, *autant,* au plus, *l'équation a de racines réelles ; les différences étant, dans les deux cas, des nombres pairs, si elles existent.*

Sous cette forme, on voit clairement l'analogie et la différence qui existent entre la Règle

qu'en signalant aux géomètres un point à éclaircir dans cette importante question, je ne leur proposais pas un problème inférieur à leur talent. En les conviant à des recherches nouvelles sur un terrain déjà fouillé si profondément par M. Sylvester, mais qui n'est peut-être pas épuisé, je me suis couvert de sa haute autorité pour donner à ma requête un crédit qu'elle ne pouvait tirer de moi seul.

» Il me reste encore à appeler leur attention sur un autre point concernant, non plus une comparaison entre la Règle et d'autres méthodes tendant au même but, mais certains cas singuliers de la Règle même. Quoi qu'il en soit, le théorème de Newton est désormais placé au-dessus des rares nuages qui peuvent subsister encore (¹). Depuis la démonstration que M. Sylvester en a donnée, en même temps que celles de théorèmes plus généraux, de l'un desquels elle n'est qu'un simple corollaire, la Règle de Newton, « cette merveilleuse et mystérieuse Règle », comme l'appelle M. Sylvester dans son grand Mémoire de 1864, est devenue et restera, aux mains des géomètres, un instrument simple, commode, *exact*, souvent précieux en ce qu'il peut, dans maintes circonstances, dispenser de toute autre méthode (²). Si j'ai réussi à faire partager

---

de Newton et celle de Descartes, et en quoi consiste ce que Newton a *ajouté* au précepte de son immortel devancier.

Soit, par exemple,

Fractions multiplicatrices..............		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$		
Équation proposée..	x^3	$-5x^2$	$+11x$	-15	$=0$
Signes des termes de la suite (G).......	$+$	$-$	$-$	$+$	

La suite (G) présentant deux variations et une permanence, l'équation a *au moins* deux racines imaginaires, et *au plus* une racine réelle; ce qui, vu le degré 3 de l'équation, indique qu'elle a précisément deux racines imaginaires et une racine réelle. La règle de Descartes indique ici la *possibilité* de trois racines réelles.

(¹) Ce n'est qu'avec une grande réserve que j'énonce ce simple doute, qui ne porte d'ailleurs que sur un cas particulier du texte même de Newton et non sur les théorèmes de son illustre successeur et commentateur.

(²) J'en ai présenté un exemple au § VIII, en *nota*. En voici un second, un peu moins simple :

Fractions multiplicatrices...		$\frac{4}{9}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{9}{14}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{14}$	$\frac{7}{12}$	$\frac{4}{9}$		
Équation proposée.........	$3x^9$	$-2x^8$	$+x^7$	$+11x^6$	$-40x^5$	$+5x^4$	$-46x^3$	$-56x^2$	$-8x$	-48	$=0$
Signes de la suite (G)......	$+$	$-$	$+$	$+$	$+$	$-$	$+$	$+$	$-$	$+$	

La Règle de Newton indique donc l'existence de trois racines réelles et de six racines imaginaires; ce qui est exact. Celle de Descartes indique la *possibilité* de neuf racines réelles, savoir cinq positives et quatre négatives.

ma conviction à cet égard, je n'aurai point à regretter les soins que j'ai pris pour me la donner à moi-même.

» *P. S.* — En citant le P. Poulain, dans ma dernière *Communication*, je faisais seulement allusion à des travaux sur les équations algébriques qui ont paru, notamment en 1867, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques*. Ce savant professeur veut bien me faire connaître qu'il a publié, dans le numéro du 3 mai 1866 de la revue *les Mondes* du regretté abbé Moigno, une traduction (avec commentaires) d'une *brochure* que M. Sylvester avait fait paraître, la même année, sur son théorème. Je m'empresse donc, dans l'intérêt de la vérité historique, d'ajouter ici ce détail, qui ne saurait d'ailleurs modifier mes appréciations ni mes conclusions sur la *Règle de Newton*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation en matrices $px = xq$* (¹). Note de M. SYLVESTER.

« Dans la dernière Note (insérée dans les *Comptes rendus*) qui roule sur l'équation en matrices binaires $x^2 - px = 0$, j'ai remarqué qu'en addition aux solutions normales

$$x = 0, \quad x = p, \quad x = r\frac{p-s}{r-s}, \quad x = s\frac{p-r}{s-r}$$

(où r, s sont les racines latentes de p), on a la solution indéterminée (due en grande partie à la sagacité de M. Franklin)

$$x = \begin{Bmatrix} -\lambda(d-r) & \lambda b \\ \mu c & -\mu(a-r) \end{Bmatrix}$$

avec la condition $\lambda(d-r) + \mu(a-r) + r = 0$. Évidemment on a aussi la solution tout à fait distincte

$$x = \begin{Bmatrix} -\lambda(d-s) & \lambda b \\ \mu c & -\mu(a-s) \end{Bmatrix}$$

avec la condition $\lambda(d-s) + \mu(a-s) + s = 0$; mais on doit noter que, quand on prend $\lambda = \mu$, on reprend les deux valeurs normales $x = r\frac{p-s}{r-s}$, $x = s\frac{p-r}{s-r}$; le fait curieux que, quand $b = 0$ et $c = 0$, les deux solutions

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 67.

aberrantes forment un troisième couple tout à fait déterminé a été déjà noté, et l'on peut y ajouter la remarque que si, en addition à $b=0$, $c=0$, on a aussi

$$a-d=0,$$

alors l'indétermination reparaît à pas redoublé, la solution entière étant dans ce cas extra-spécialement constituée par une paire de solutions dont l'une et l'autre contiennent *deux* constantes arbitraires au lieu d'une seule.

» Je dois ajouter que, dans le cas où i racines de p $(\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_i)$ sont identiques avec i de q $(\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_i)$, l'équation

$$px = xq,$$

qui amène à

$$p^2x = xq^2, \quad \ldots, \quad p^ix = xq^i$$

et, par conséquent, à

$$(p-\lambda_1)\ldots(p-\lambda_i)x = x(p-\mu_1)\ldots(q-\mu_i),$$

sera satisfaite si l'on fait $x = \mathrm{UV}$, où

$$\mathrm{U} = (p-\lambda_{i+1})\ldots(p-\lambda_\omega), \quad \mathrm{V} = (q-\mu_{i+1})\ldots(q-\mu_\omega),$$

de sorte que x (en vertu du théorème déjà cité) aura au moins $\omega-\theta$ degrés de nullité, c'est-à-dire tous ses déterminants mineurs de l'ordre $\theta+1$ s'évanouiront. Mais on sait, pour le cas où $\theta=\omega$ (et l'on a toute raison de croire pour le cas où θ a une valeur quelconque au-dessus de l'unité), qu'il existe pour des valeurs spéciales de p et de q des solutions singulières de l'équation $px=xq$, lesquelles (comme dans le cas de l'équation de Riccati) sont bien autrement intéressantes et beaucoup plus importantes que la solution générale.

» On remarquera que, quand $\theta=\omega$, la solution générale disparaît, tandis que les solutions singulières pour des valeurs particulières de p et de q ayant toutes les racines latentes de l'un identiques avec celles de l'autre forment la base de la présentation des matrices sous la forme de quaternions, nonions, etc. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la solution du cas le plus général des équations linéaires en quantités binaires, c'est-à-dire en quaternions ou en matrices du second ordre ;* par M. SYLVESTER.

« Soient p, q deux matrices d'un ordre donné et servons-nous du symbole $p(\ )q$ pour signifier l'opérateur, lequel, appliqué à une autre matrice x du même ordre, donne pxq.

» Alors, si l'on pose

$$p_1(\ )q_1 + p_2(\ )q_2 + \ldots + p_n(\ )q_n = \varphi,$$

φx sera une matrice dont chaque élément sera une fonction linéaire des éléments de x; conséquemment, en supposant que les matrices p, q sont de l'ordre ω, on parvient ainsi à une matrice de l'ordre ω^2, et conséquemment φ sera assujetti à une équation identique de l'ordre ω^2; disons $F = 0$.

» Je vais donner la valeur de F pour le cas où $\omega = 2$, c'est-à-dire où F sera une fonction du quatrième degré. Supposons que P et P' sont deux quantics du second ordre dans les deux systèmes de variables $x_1, x_2, \ldots, x_n$; $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$ contragradients. Alors, si l'on représente par $\dot{P}'$ ce que devient P' quand on écrit $\partial_{x_1}, \partial_{x_2}, \ldots, \partial_{x_n}$ au lieu de $\xi_1, \xi_2, \ldots, \xi_n$, $(\dot{P}')^i.P^i$ sera un invariant du système donné pour toute valeur de i.

» Considérons le cas où $P = ax^2 + bxy + cy^2$ et $P' = \alpha\xi^2 + \beta\xi\eta + \gamma\eta^2$. Dans ce cas, on trouvera que $\frac{1}{8}\left[(\dot{P}')^2P^2 - 4(\dot{P}'.P)^2\right]$ sera identique avec le résultat de $ax^2 + bxy + cy^2$, $\gamma x^2 - \beta xy + \alpha y^2$, de sorte qu'on peut le nommer le *contra-résultant* des formes (a, b, c), (α, β, γ). Je nommerai donc, en général, l'invariant $\frac{1}{8}\left[(\dot{P}')^2P^2 - 4(\dot{P}'.P)^2\right]$ le *quasi contra-résultant* des deux formes P, P' quand elles contiennent un nombre quelconque de variables.

Or, en revenant à l'expression φ, nommons P le déterminant de

$$u_1p_1 + u_2p_2 + \ldots + u_np_n + \varphi.v$$

et Q le déterminant de

$$u_1q_1 + u_2q_2 + \ldots + u_nq_u - v,$$

où φ, pour le moment, est traité comme une quantité ordinaire. J'ai trouvé que le quasi contra-résultant de P, Q, quand φ appartient à des matrices

du second ordre (lequel sera une fonction biquadratique de φ), égalé à zéro, est l'équation identique cherchée en φ.

» Il est probable, mais je n'en suis pas encore absolument convaincu, qu'une méthode analogue donnera l'équation identique de φ pour des matrices d'un ordre quelconque.

» Si l'on suppose que les p et les q sont des quaternions, rien ne change avec l'exception que P et Q seront définis comme étant les modules (les *tensors* carrés) au lieu d'être les déterminants de $\varphi v + \Sigma pu$, $-v + \Sigma qu$ respectivement.

» Connaissant ainsi l'équation identique de φ, on peut résoudre immédiatement l'équation

$$\Sigma(pxq) = \mathrm{T},$$

car, en écrivant $p(\quad)q = \varphi$, on a l'équation connue

$$\varphi^4 + \mathrm{B}\varphi^3 + \mathrm{C}\varphi^2 + \mathrm{D}\varphi + \mathrm{E} = 0,$$

et, conséquemment, en exceptant toujours le cas où $\mathrm{E} = 0$ (dans lequel cas l'équation devient ou impossible ou indéterminée), on trouve

$$x = \varphi^{-1}\mathrm{T} = -\frac{\mathrm{D} + \mathrm{C}\varphi + \mathrm{B}\varphi^2 + \varphi^3}{\mathrm{E}}\mathrm{T}.$$

Par exemple, si l'équation donnée est $pxq + rxs = \mathrm{T}$,

$$\begin{aligned}
\varphi\mathrm{T} &= p\mathrm{T}q + r\mathrm{T}s,\\
\varphi^2\mathrm{T} &= p^2\mathrm{T}q^2 + pr\mathrm{T}qs + rp\mathrm{T}sq + r^2\mathrm{T}s^2,\\
\varphi^3\mathrm{T} &= p^3\mathrm{T}q^3 + p^2r\mathrm{T}sq^2 + prp\mathrm{T}qsq\\
&\quad + rp^2\mathrm{T}q^2s + pr^2\mathrm{T}s^2q + rpr\mathrm{T}sqs + r^2p\mathrm{T}qs^2 + r^3\mathrm{T}s^3,
\end{aligned}$$

et, éventuellement, en ne se servant que des coefficients qui entrent dans les fonctions P et Q par le moyen de formules connues, on réduit x à une somme de multiples de termes de la forme

$$p\mathrm{T},\ r\mathrm{T},\ pr\mathrm{T};\ p\mathrm{T}q,\ r\mathrm{T}q,\ pr\mathrm{T}q;\ p\mathrm{T}qs,\ r\mathrm{T}qs,\ pr\mathrm{T}qs,$$

et ainsi en général. Donc le problème de la résolution des équations linéaires est complètement résolu; seulement il reste à traiter en détail le cas singulier où la matrice appartenant à φ est *vide*. »

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Canaux maritimes de Suez et de Panama.* Note de M. de Lesseps.

« Il y a une trentaine d'années, j'avais prié Élie de Beaumont de présenter à l'Académie des Sciences les études d'une Commission internationale d'ingénieurs pour l'exécution du canal de Suez. Une Commission fut nommée, et son rapporteur, le baron Charles Dupin, déclara que les études présentées à l'Académie étaient *les dignes apprêts d'une entreprise utile à l'ensemble du genre humain*.

» Aujourd'hui, une nouvelle Commission internationale a été chargée d'étudier les moyens d'agrandir et de compléter pour l'avenir le Bosphore égyptien, qui, pouvant livrer actuellement un facile passage à six millions de tonnes par an, fait prévoir dans quelques années un transit de dix à douze millions de tonnes.

» J'ai l'honneur de déposer sur le Bureau de l'Académie le procès-verbal de la dernière réunion de la Commission internationale d'ingénieurs, de marins et d'armateurs, qui a désigné les membres d'une Sous-Commission devant se rendre en Égypte pour formuler un programme de travaux dont les bases ont été posées.

» Je compte accompagner cette Commission au commencement d'octobre prochain.

» Je dépose, en outre, sur le Bureau de l'Académie un Rapport que je viens de terminer sur l'état actuel des travaux du canal maritime interocéanique. Ce Rapport résume les études les plus satisfaisantes et le commencement des travaux exécutés depuis deux ans par M. Dingler, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, dont l'opinion persistante est que le canal interocéanique sera ouvert à la grande navigation en 1888. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur le projet de création, en Algérie et en Tunisie, d'une mer dite intérieure.* Note de M. **E. Cosson**.

« M. de Lesseps ayant affirmé que M. le Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères, a l'intention de réunir la Commission supérieure, je me réserve de soumettre à cette Commission les objections que j'ai faites au projet de M. Roudaire, et auxquelles il n'a jamais été fait de réponses catégoriques, non plus qu'à celles présentées par MM. Baudot et Parisot, anciens collaborateurs de M. Roudaire.

» Je tiens seulement à bien établir les équivoques dans lesquelles se complaisent les partisans du projet. L'Académie des Sciences ne s'est pas prononcée favorablement sur le projet de mer intérieure; elle a seulement, par son vote, approuvé les conclusions du Rapport qui lui était présenté sur l'opportunité de continuer les recherches dans la région des Chott. Elle n'avait pas à délibérer sur le texte du Rapport qui a été l'objet des réserves les plus formelles de la part de deux des membres de la Commission.

» La Commission supérieure pour l'examen du projet de mer intérieure, réunie en 1882, n'a pas non plus approuvé le projet. Voici ses conclusions :

« ... Considérant que les dépenses de l'établissement de la mer intérieure seraient hors de proportion avec les résultats qu'on peut en espérer,

» Est d'avis qu'il n'y a pas lieu, pour le Gouvernement français, d'encourager cette entreprise. »

» Ainsi que je l'ai dit dans la séance du 23 avril 1883 (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1195-1196), « pour l'établissement de la mer intérieure, on » ne demande, il est vrai, à l'État aucune subvention pécuniaire, mais » simplement la concession d'une zone d'environ denx millions d'hectares » de terres aujourd'hui incultes, autour de la future mer, ainsi que la con- » cession de forêts dans l'Aurès ». — Les terrains et les forêts concédés qui seraient la principale, sinon la seule source réelle de revenus pour la Société qui se constituerait en vue de l'exécution des travaux, ne constituent-ils pas une véritable subvention demandée à l'État, en vue de la réalisation d'un projet contre lequel la Commission supérieure, appelée à statuer en dernier ressort, au point de vue de l'intervention du Gouvernement, a, après une discussion approfondie, conclu de la manière la plus formelle? — Ne serait-il pas profondément regrettable, au point de vue de la colonisation, que l'État se dessaisît de la libre disposition d'une immense étendue de territoire, égale à celle de quatre de nos départements, dont la salubrité et la fertilité seraient assurées, comme pendant l'occupation romaine, par des travaux d'une exécution facile? Ces travaux n'entraîneraient qu'une bien faible dépense, en regard des centaines de millions qui devraient être consacrés à la mise à exécution d'un projet qui ne repose que sur des données plus qu'incertaines, dont la réalisation n'offre que des avantages problématiques et ne peut que nuire au développement de la colonisation. »

Réponse de M. de Lesseps *à M.* Cosson.

« Je me bornerai à répondre à M. Cosson que, ce matin même, j'ai eu l'honneur de m'entretenir avec M. le Président du Conseil, Ministre des Affaires étrangères, et que, pour mettre un terme à des controverses scientifiques menaçant d'être interminables, nous nous sommes mis d'accord pour renoncer au projet de convoquer l'ancienne Commission de la mer Intérieure.

» Le groupe des fondateurs de l'entreprise Roudaire, qui ont fait les frais des précédentes études et qui désirent poursuivre l'exécution du projet, seront autorisés à commencer par établir, sans aucune subvention, un port à l'embouchure de l'Oued-Melah, sur un point qui pourra servir plus tard d'amorce au canal maritime, destiné à remplir le bassin des chotts.

» Tel est l'état de la question, qui dispense l'Académie d'avoir à s'en occuper. Il me reste à remercier M. Cosson de son opposition, car j'ai l'expérience que les oppositions et les incrédulités servent à faire triompher la bonne cause. »

GÉOGRAPHIE ET NAVIGATION. — *Au sujet de la dernière Lettre qu'on ait reçue de Lapérouse;* par M. de Jonquières.

« L'Académie ayant décidé, dans sa dernière séance, qu'une collection de tous les documents relatifs à la navigation et pouvant intéresser les diverses branches de l'art naval serait formée et conservée dans ses archives, je me fais un plaisir de lui apporter, comme me paraissant rentrer dans cette catégorie, la photographie de la dernière Lettre autographe écrite par Lapérouse. Datée de la *baie Botanique* (7 février 1788) et adressée à son ami le comte de Fleurieu, Ministre de la Marine, qui avait, de concert avec le célèbre navigateur et sous l'impulsion de Louis XVI, rédigé les instructions de son voyage, cette Lettre, écrite sous l'impression douloureuse de la fin tragique que le vicomte de Langle, son collaborateur, venait de rencontrer dans la *baie du Massacre*, aujourd'hui *baie Aasu*, cette Lettre, dis-je, où l'homme, peint sur le vif, se révèle tout entier, confirme la haute opinion que Lapérouse a laissée de la supériorité de son esprit, de la sûreté de son jugement, de la fermeté et de la grandeur de son caractère. Elle fait, du reste, partie de la relation du voyage, publiée en 1797, conformément au

décret du 22 avril 1791, et rédigée par Milet-Mureau, général de brigade dans le corps du génie.

» On y trouve notamment, au sujet de l'affection du scorbut, un passage curieux, dont l'Académie ne regrettera peut-être pas d'entendre la lecture.

» Je joins à cette Lettre une photographie de la plaque en bronze que le Gouvernement français a fait fondre pour être appliquée sur l'une des faces du monument commémoratif érigé par les missionnaires des îles Samoa, à la mémoire du vicomte de Langle et de ses infortunés compagnons, sur le lieu même où ils ont péri, dans l'île de Tutuila (archipel des îles des Navigateurs ou îles Samoa). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Luvini adresse, de Turin, un Mémoire relatif à un mode de formation de la grêle.

(Commissaires : MM. Faye, Edm. Becquerel.)

M. E. Marhem adresse, de Bruxelles, une Note relative aux inconvénients que présente l'emploi de l'acide salicylique, comme moyen de conservation des substances alimentaires.

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

M. E. Verstraete adresse une Note relative à « l'action pathogénique des organismes élémentaires sur l'homme, notamment dans le choléra ».

(Renvoi à l'examen de M. Vulpian.)

M. le Secrétaire perpétuel signale à l'Académie un grand nombre de nouvelles Communications, relatives à divers modes de traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant, à laquelle M. Pasteur et M. Bouley sont priés de s'adjoindre.)

CORRESPONDANCE.

L'Académie des Sciences et Arts d'Agram (Croatie) adresse l'expression des sentiments de profond regret que lui laissent la mort de M. Dumas et celle de M. Wurtz.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire de M. *A. Ricco*, de Palerme, imprimé en allemand, et relatif à un nouvel électro-aimant;

2° Une brochure de M. *V. Burq*, intitulée : « Du cuivre contre le choléra et la fièvre typhoïde ». (Présenté par M. Bouley.)

Cette brochure est renvoyée à la Commission du legs Bréant.

PHYSIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur les relations électrocapillaires.* Note de M. P. Garbe, présentée par M. Desains.

« Si, dans un électromètre capillaire à pression compensatrice, on désigne par x_0 la différence électrique normale (mercure-liquide) et par e la force électromotrice additionnelle et variable, la différence électrique au ménisque est, à chaque instant,

$$\delta = x_0 + e.$$

Soit e_1 la valeur de e correspondant au maximum de la pression compensatrice et Δ la valeur de la différence électrique, on a

$$\Delta = x_0 + e_1.$$

» M. Lippmann ayant montré que la valeur de la constante capillaire est fonction de la seule différence électrique au ménisque, il en résulte que Δ est une constante, quel que soit le liquide conducteur dont est formé l'électromètre.

» J'ai été amené, par certaines recherches, à penser que la valeur de Δ devait être zéro. Cette prévision est conforme aux conséquences de la formule de M. Lippmann :

$$\frac{\partial(\text{A} + x\text{X})}{\partial x} = x\text{Y},$$

où A représente la constante capillaire, x la différence électrique au ménisque, X et Y les capacités de polarisation du mercure à différence électrique et à surface constantes. Cette formule, en effet, donne pour $x = 0$ (X et Y n'étant pas infinies pour cette valeur de x)

$$\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)_0 = 0.$$

L'électromètre capillaire a donc un zéro, et il est possible de déterminer à chaque instant la valeur de la différence électrique au ménisque. Il suffit, pour cela, de polariser celui-ci de façon à atteindre le maximum de A ou de la pression compensatrice ; la valeur de la force électromotrice additionnelle est égale et de signe contraire à la différence électrique cherchée.

» Il en résulte que, si l'on se reporte à la courbe construite par M. Lippmann, la différence au contact platine-eau acidulée au $\frac{1}{6}$ est $+ 0^{dan},9$. En opérant avec une solution plus étendue, j'ai reconnu que cette différence diminue, et, avec de l'eau acidulée au $\frac{1}{10}$, elle n'est plus que de $0^{dan},777$.

» Dans cet ordre d'idées, l'électromètre capillaire m'a servi à déterminer la différence électrique au contact platine-eau acidulée au $\frac{1}{10}$. Pour cela, j'ai substitué à la grande électrode de mercure une lame de platine. L'appareil étant fermé sur lui-même, on a alors

$$\mathrm{Pt} \mid \mathrm{Hg} + \delta - \mathrm{Pt} \mid \mathrm{Aq} = 0,$$
$$\mathrm{Pt} \mid \mathrm{Aq} = \mathrm{Pt} \mid \mathrm{Hg} + \delta,$$

δ étant la différence électrique qui s'établit alors au ménisque.

» δ se détermine comme précédemment, et l'expérience montre que, pour atteindre le maximum de A, il faut polariser par l'hydrogène avec une force électromotrice de $0^{dan},473$. Le daniell auquel se rapportent les mesures est ainsi constitué : sulfate de cuivre saturé à 15° ; sulfate de zinc à 30 pour 100 ; zinc amalgamé. En adoptant pour sa valeur en volts $1^{volt},2$, on a

$$\delta = 0^{volt},5297.$$

» D'ailleurs, d'après MM. Ayrton et Perry,

$$\mathrm{Pt} \mid \mathrm{Hg} = 0^{volt},156;$$

donc

$$\mathrm{Pt} \mid \mathrm{Aq} = 0,156 + 0,5297 = 0^{volt},6857.$$

Le même procédé m'a servi à déterminer des différences électriques de liquides entre eux.

» A la vérité, ces déterminations, qui reposent sur l'emploi d'un maximum, manqueraient d'exactitude si la courbe des pressions compensatrices ne présentait une particularité remarquable : cette courbe est symétrique par rapport à l'ordonnée maximum. Je m'en suis assuré en mesurant les valeurs e et e' de la force électromotrice qui ramènent le ménisque au fil du réticule pour une pression compensatrice déterminée. L'expérience montre que la somme $e + e'$ est constante, du moins tant que l'on ne s'approche pas trop de l'électrolyse persistante. La méthode acquiert par là une garantie d'exactitude beaucoup plus grande.

» Ce caractère de symétrie de la courbe, joint à l'existence du maximum de A pour $x = 0$, permet en outre d'énoncer la loi suivante :

» *La constante capillaire du mercure est maximum lorsque la différence électrique au ménisque est nulle, et, en général, sa valeur est indépendante du signe de cette différence.*

» On peut en tirer d'autres conséquences. Développons A en fonction de x :

$$A = A_0 + x\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)_0 + \frac{x^2}{1.2}\left(\frac{\partial^2 A}{\partial x^2}\right)_0 + \frac{x^3}{1.2.3}\left(\frac{\partial^3 A}{\partial x^3}\right)_0 + \frac{x^4}{1.2.3.4}\left(\frac{\partial^4 A}{\partial x^4}\right)_0 + \ldots$$

» La valeur de A étant indépendante du signe x pour une infinité de valeurs de la différence électrique, on doit avoir

$$\left(\frac{\partial A}{\partial x}\right)_0 = 0, \quad \left(\frac{\partial^3 A}{\partial x^3}\right)_0 = 0, \quad \ldots$$

» La seconde de ces équations indique que, pour $x = 0$, la capacité électrique $-\frac{\partial^2 A}{\partial x^2}$ à surface constante de l'électrode de mercure passe par un maximum ou un minimum. M. Blondlot a déjà prouvé nettement l'existence d'un minimum de capacité dans le cas d'une électrode en platine; mais ses expériences ne lui ont pas permis de fixer la valeur de la force électromotrice correspondante. Il ne m'a donc pas été possible de vérifier si, dans le cas de l'eau acidulée, cette force électromotrice est égale et de signe contraire à la différence au contact de l'électrode et de l'électrolyte. L'examen de la courbe construite par M. Blondlot indique seulement que c'est par une polarisation croissante par l'hydrogène qu'on approche du minimum, ce qui est conforme aux résultats précédents.

» Enfin la forme de la fonction Y

$$Y = -\frac{\partial^2 A}{\partial x^2} = a + bx^2 + cx^4 + \ldots$$

montre que la valeur de la capacité est indépendante du signe de la différence

» Si l'on remarque que A est indépendant de la nature du liquide, que, d'après M. Blondlot, la capacité est également indépendante de l'électrolyte, et probablement aussi de la nature de l'électrode, on regardera comme justifiée la généralisation suivante des considérations et des expériences précédentes :

» *La capacité électrique à surface constante d'une électrode plongée dans un liquide est fonction de la seule différence électrique, indépendante du signe de cette différence, et minimum lorsque cette différence est nulle.* »

ÉLECTRICITÉ. — *Mesure directe des deux composantes statiques et de la composante dynamique du champ magnétique des machines à collecteur.* Note de M. G. CABANELLAS.

« Dans la lecture que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie le 28 janvier 1884, j'ai rappelé que, grâce à la considération du *rendement individuel* de chacun des trois organes de tout Transport : Générateur, Canal ou Ligne, Récepteur, le produit de ces trois rendements individuels, les fractions F_G, F_L, F_R, donnait rigoureusement la valeur F_T du rendement du Transport.

» En outre, j'ai ramené l'analyse, puis la synthèse de F_G, F_L, F_R à celles de leurs simples fonctions *déterminantes,* de la forme $m = \frac{E}{RI}$. Dans cette formule, I est le courant *réel,* R la résistance *effective* en tenant compte du *déficit* que j'avais signalé et mesuré, et dont ma Note du 28 avril 1884 permet de fixer l'ordre de cause; enfin E est la force électromotrice *réelle.* Nous savons que cette force croît avec la longueur de l'enroulement du champ électrique, mais décroît avec le champ magnétique. Donc, si nous considérons une machine à électro-aimant invariable, et si nous faisons varier l'écartement de l'armature, il arrivera que l'espace réservé à l'enroulement induit et aussi la puissance du champ magnétique seront modifiés, exerçant deux variations respectives, de sens opposés, sur la force électromotrice engendrée à mêmes vitesse, courant et section d'enroule-

ment. Sans entrer dans la discussion complète, il est évident qu'il importe de déterminer le point le plus favorable, dans cette série, et les raisons composantes de l'effet résultant qui caractérise chacun de ses termes. La présente Note a pour but de faire connaître ma méthode, *électrique* et *mécanique*, permettant de réaliser un tel *desideratum* dans des conditions numériques précises.

» Le champ magnétique *effectif* d'une machine à collecteur est la résultante 1° et 2° de deux composantes statiques, l'une due à la circulation du courant dans le fil de l'électro, l'autre due à la circulation du courant dans le fil de l'armature, 3° d'une composante dynamique que j'ai signalée et qui est due à l'action qu'exerce, principalement sur les courants moléculaires constitutifs du magnétisme, l'ensemble des courants du fil de l'armature, en vertu du mouvement de ce champ électrique. Qu'il s'agisse d'une génératrice ou d'une réceptrice, la première composante *statique* est toujours *positive*, la deuxième composante *statique* est toujours *négative*, tandis que la troisième composante *dynamique* est *positive* pour les génératrices et *négative* pour les réceptrices. J'ai montré, notamment sur les expériences de Munich, la grande valeur relative que peut prendre cette composante, dans certaines données de sensibilité du magnétisme spécifique (*machines non compensées*).

» Cela posé, soit une machine, Gramme par exemple, l'électro monté sur couteaux, l'arête en prolongement de l'axe de l'armature dont l'arbre tourne sur paliers indépendants portant les balais.

» En marche, j'observe, à l'allure de N tours par minute, la force électromotrice E_0 en circuit induit ouvert, les balais placés équatorialement, le circuit d'excitation des électros animé par le courant I, de source extérieure.

» Au repos, l'arbre de l'armature calé, j'observe, par variation graduelle, l'angle des balais qui rend maximum le couple C_0 (*mètres, kilos*) équilibrant la tendance à l'entraînement de l'électro pendant que les courants de régime, de sources extérieures, animent les circuits de l'électro et de l'armature.

» En marche, au régime réel NI de la machine fonctionnant comme génératrice [1], les balais conservant la position précédente, j'observe, tou-

---

(1) Pratiquement, avec des armatures magnétiques convenables, dans les conditions usuelles de *compensation* excitatrice des machines, l'inclinaison la plus favorable de la ligne des balais peut être considérée comme la même pour une même machine, à mêmes

jours par pesée directe, le couple C qui équilibre la tendance à l'entraînement de l'électro dans le sens de la rotation de l'armature.

» Je calcule $E = \frac{2\pi C N g}{60 I}$ et $E_1 = E \frac{C_0}{C}$.

» La grandeur du champ magnétique effectif de cette machine génératrice, au régime NI, exprimée en volts, se répartit donc comme il suit :

E_0 est la composante *primaire statique positive* due à la circulation de l'électro;

$E_1 - E_0$ est la composante *primaire statique négative* due à la circulation de l'armature;

$E - E_1$ est la composante *secondaire dynamique positive* due au mouvement du champ électrique.

» Un accroissement quelconque, dans le nombre des paires de balais et dans les dimensions des machines, n'est, à aucun degré sérieux, un obstacle à l'emploi de cette méthode; à partir d'une certaine masse, l'*ensemble électro* doit être soutenu de façon à restreindre, au minimum voulu, l'effort sur les couteaux. Un très bon moyen est alors de relier l'électro à un flotteur.

» S'il était utile d'appliquer ce genre de mesure à la fonction réceptrice, la dernière composante serait négative et s'obtiendrait de même; il y aurait à tenir compte, bien entendu, du couple passif dans le calcul de E.

» En résumé, la présente méthode, électrique et mécanique, d'*analyse quantitative*, conduit directement à la *synthèse*, si importante, des meilleures proportions à adopter pour les électros et les armatures des machines à collecteur. »

PHYSIQUE. — *Recherches sur le magnétisme*. Note de M. **Duter**.

« Quand on place une plaque mince d'acier dans un champ magnétique uniforme, de façon que les lignes de force du champ soient normales à la surface de la plaque, on réalise un aimant très plat dont les deux faces sont les deux surfaces polaires; la distribution magnétique ainsi obtenue

courants, que la vitesse de l'armature soit *négative*, *nulle* ou *positive;* il faut, en tout cas, s'en assurer. Dans les cas où il n'en sera pas ainsi, la position précise des balais convenant aux mesures de C_0 et C sera déterminée *en marche*, l'angle modifié graduellement jusqu'à obtenir, à la pesée directe, le couple maximum équilibrant l'électro pendant le fonctionnement réel au régime $\pm$ N, I.

semble disparaître dès que la plaque n'est plus dans le champ. Les expériences qui suivent montrent que cette disparition n'est pas complète. Je me suis servi de plaques d'acier trempé d'un millimètre d'épaisseur et dont les diamètres varient de $0^m,040$ à $0^m,005$, j'ai formé avec ces plaques des piles cylindriques; dans certaines de ces piles les plaques étaient directement en contact, dans d'autres elles étaient séparées par des feuilles de carton dont l'épaisseur variait depuis celle du papier le plus mince jusqu'à $0^m,001$; les piles ont été placées dans la partie centrale d'un champ magnétique très puissant et, après qu'elles en ont été retirées, elles ont constitué des aimants permanents parfaitement réguliers. La force portative de ces aimants était d'autant plus grande que les plaques constitutives étaient plus voisines les unes des autres. Dans une pile de cent plaques se touchant directement et fortement pressées dans un cylindre de laiton, la force portative à chaque extrémité s'est élevée à 30^{gr}. Ce premier résultat étant obtenu, j'ai démonté les piles, plaque par plaque, en ayant soin de marquer les faces supérieures et inférieures de chacune d'elles; j'ai constaté alors que chaque plaque ne gardait plus qu'un magnétisme excessivement faible. Cependant chacune d'elles constituait encore un aimant plat dont les deux faces sont les surfaces polaires; car, si l'on reformait la pile, elle donnait de nouveau un aimant parfaitement régulier, mais plus faible que celui qu'elle constituait tout d'abord. La séparation de l'aimant en ses feuillets constitutifs et sa reconstruction peut être recommencée indéfiniment. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur une nouvelle pile à électrodes de charbon.* Note de MM. **D. Tommasi** et **Radiguet**. (Extrait.)

« Cette nouvelle pile se compose d'une cuvette rectangulaire en porcelaine, au fond de laquelle on trouve une plaque en charbon entourée d'une pâte de peroxyde de plomb, constituant l'une des électrodes de la pile. L'autre électrode est formée par une deuxième plaque en charbon, semblable à la première, mais contenant à sa partie supérieure des fragments de charbon de cornue platinés. Ces deux plaques sont placées l'une sur l'autre et séparées entre elles par une feuille de papier parcheminé, disposée de façon à partager la cuvette en deux compartiments parfaitement cloisonnés. Pour faire fonctionner la pile, on verse, dans les deux compartiments, une petite quantité de solution saturée de chlorure de sodium, de façon que, d'une part, le peroxyde de plomb ne soit pas trop délayé,

et que, d'autre part, les fragments de charbon qui recouvrent l'électrode supérieure ne baignent qu'en partie seulement dans la solution saline.

» Cette pile, qui ne travaille qu'en circuit fermé, produit une force électromotrice égale à $0^{\text{volt}},6$.

» Le pôle négatif (zinc des piles ordinaires) est formé par la plaque de charbon qui ne touche pas le peroxyde de plomb. Si l'on substitue, à la solution de chlorure de sodium, d'autres solutions salines, telles que le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de soude, le chlorhydrate d'ammoniaque, ou même l'acide sulfurique étendu, la force électromotrice ne varie pas d'une manière sensible. »

PHYSIQUE. — *Sur la valeur du coefficient de Poisson relative au caoutchouc.* Note de M. **E.-H. Amagat**.

« On sait que les savants sont loin d'être d'accord relativement à la valeur numérique qu'il convient de donner au coefficient dit *de Poisson;* d'après les théories de Poisson, de Navier, de M. de Saint-Venant et les expériences de Cagniard de Latour et de M. Cornu, ce coefficient serait égal à $\frac{1}{4}$; d'après Wertheim, il serait égal à $\frac{1}{3}$; d'après les recherches de Cauchy, de Lamé et de Kirchhoff, on pourrait seulement affirmer que sa valeur est comprise entre zéro et $\frac{1}{2}$; enfin, d'après MM. Schneebeli et Okatow, il serait variable non seulement d'un corps à l'autre, mais encore pour un même corps, avec l'état physique; c'est aussi ce qu'a trouvé Wertheim.

» Ce dernier physicien avait eu l'idée de profiter de la grande extensibilité du caoutchouc pour déterminer le coefficient en question par le procédé que chacun sait, et, dans ces derniers temps, MM. Naccari et Bellati ont exécuté des expériences analogues par la méthode de Regnault.

» On a fait remarquer, avec raison, que les expériences faites avec le caoutchouc sont peu concluantes; elles présentent d'assez grandes irrégularités, dues notamment à des déformations permanentes; d'un autre côté, ce corps présente peu de garanties au point de vue de l'homogénéité. On pourrait ajouter que la grandeur même des déformations dont on a cherché à profiter a pu le placer sensiblement en dehors des conditions théoriques qui supposent les déformations très petites.

» Je me propose de montrer que, en suivant une voie toute différente, on peut arriver avec le caoutchouc à des conclusions qu'on ne saurait infirmer qu'en supposant des erreurs expérimentales évidemment hors de proportion avec celles qu'on peut réellement commettre.

» Pour exécuter ces expériences, et d'autres qui ne sont pas terminées, j'ai fait construire un piézomètre dans lequel, comme dans celui de Regnault, la pression peut être transmise à l'intérieur et à l'extérieur, en même temps ou séparément. Seulement, l'appareil est double, on peut y placer côte à côte deux sphères ou deux cylindres, qui se trouvent soumis à des pressions rigoureusement égales, et à la même température, conditions évidemment fort avantageuses pour des expériences comparatives un peu délicates; ce n'est pas, du reste, le cas des essais que je vais exposer, qui, comme on va le voir, ne réclament pas une grande précision.

» Je désigne par σ le coefficient de Poisson, par K le coefficient de compressibilité cubique, par α le coefficient d'allongement ou l'inverse du coefficient d'élasticité, par λ et μ les deux constantes de constitution.

» On a les relations

$$(1) \qquad \sigma = \frac{\lambda}{2(\lambda + \mu)},$$

$$(2) \qquad K = 3\alpha(1 - 2\sigma),$$

$$(3) \qquad \frac{1}{\alpha} = \mu\frac{3\lambda + 2\mu}{\lambda + \mu}.$$

Pour deux corps différents,

$$(4) \qquad \frac{K}{K'} = \frac{\alpha(1 - 2\sigma)}{\alpha'(1 - 2\sigma')}.$$

» Je place dans l'appareil différentiel deux sphères, l'une de caoutchouc, l'autre de bronze, que je supposerai rigoureusement identiques pour simplifier le raisonnement. Je comprime les sphères par l'extérieur seulement; il suffit de quelques millimètres de pression pour que l'eau s'élève de 300^{div} dans la tige de la sphère de caoutchouc; dans l'autre, le mouvement du ménisque est à peine perceptible et l'on ne saurait le mesurer avec précision : il résulte de là que (en se reportant à la formule qui donne dans ce cas la variation du volume intérieur) quelle que soit pour le bronze la valeur de σ' comprise entre zéro et $\frac{1}{2}$ (les lettres primées se rapportant au bronze), α est extrêmement grand par rapport à α'.

» On pourrait craindre que, dans ce cas, une partie notable de la diminution de volume provienne d'un changement de forme; mais on peut remplacer cette première opération par une détermination directe de α, au moyen de la traction : on arrive au même résultat. Dans l'une de mes expériences, $\frac{\alpha}{\alpha'}$ était égal à 60 000 en nombre rond.

» Cela étant, comprimons par l'intérieur et l'extérieur en même temps : d'après la formule relative à ce cas, les variations de volume intérieur seront proportionnelles à K et K'; K devrait donc être extrêmement grand par rapport à K', la compressibilité de l'eau serait même relativement négligeable, ce liquide devrait remonter dans la tige de la sphère de caoutchouc; or rien de ceci n'a lieu : l'eau descend, quelle que soit la pression, et, étant données les irrégularités inévitables avec le caoutchouc, il me serait difficile de dire si la variation de volume a été plus grande pour ce corps que pour le bronze, tellement la différence moyenne a été petite; ainsi α est comparable à α', peut-être même plus petit. Il résulte forcément de là que la relation (4) ne peut être satisfaite qu'à la condition que $\frac{1-2\sigma}{1-2\sigma'}$ soit extrêmement petit, et par conséquent σ extrêmement peu différent de $\frac{1}{2}$.

» En admettant pour σ' le nombre $\frac{1}{3}$, on aurait, d'après ce qui précède,

$$\sigma = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{K}{K'} \times \frac{1}{180000}\right).$$

» Quelles que soient les erreurs qu'on puisse attribuer au défaut d'homogénéité, aux petites déformations et aux déformations permanentes, les résultats trouvés fussent-ils erronés du simple au double et *même au décuple*, on peut dire que σ serait encore extrêmement peu différent de $\frac{1}{2}$ et bien supérieur encore, par exemple, à 0,499.

» On peut du reste, au moyen des formules générales, et sans comparer le caoutchouc à un autre corps, arriver à la même conclusion de plusieurs manières qui, au fond, reviennent à ceci : le coefficient de compressibilité cubique du caoutchouc est très petit, comme le montre l'expérience actuelle; comme, du reste, il est égal à $3\alpha(1-2\sigma)$ et que α est très grand, il faut que $(1-2\sigma)$ soit très petit et par conséquent σ très voisin de $\frac{1}{2}$.

» Ce résultat n'a rien de contradictoire, au contraire. Il résulte de là, en effet, et de la relation (1) que μ est très petit; et par suite, d'après la relation (3), que α est très grand : c'est en effet ce qui a lieu.

» Mais ici se présente une assez grosse difficulté. Les différents caoutchoucs que j'ai étudiés m'ont tous conduit au même résultat; il en serait certainement de même avec celui que Wertheim a employé, et ce physicien a trouvé, en mesurant directement la diminution de section transversale, $\sigma = \frac{1}{3}$. Depuis, il est vrai, MM. Naccari et Bellati ont montré par la méthode de Regnault que, pour la même substance, la valeur de σ peut s'élever jusqu'à 0,41, mais ce nombre ne satisfait pas plus que celui de Wertheim

à la relation (4); il conduirait, en supposant $\sigma' = \frac{1}{8}$, à $\frac{1-2\sigma}{1-2\sigma'} = 0,36$, valeur hors de proportion avec celle qu'on devrait trouver.

» Comme il est difficile d'admettre que Wertheim, puis MM. Naccari et Bellati, aient pu commettre des erreurs expérimentales aussi considérables qu'il semblerait résulter de ce qui précède; comme, d'autre part, il n'y a aucune raison pour que le caoutchouc, supposé homogène et soumis à de petites déformations, ne se conforme pas aux lois générales, il est permis de se demander jusqu'à quel point les formules admises sont bien l'expression de ces lois. Il ne paraît donc pas superflu de soumettre ces formules au contrôle de l'expérience, suivant en cela le conseil donné par Regnault : c'est dans ce but que j'ai fait construire l'appareil différentiel dont j'ai parlé plus haut; ces recherches sont en voie d'exécution. »

PHYSIQUE. — *Température et pression critique de l'azote. Températures d'ébullition de l'azote et de l'éthylène sous de faibles pressions.* Note de M. K. **Olzewski**, transmise par M. Cailletet.

« Dans ma dernière Note ([1]), j'ai montré qu'il était nécessaire, pour obtenir la liquéfaction d'un assez grand volume d'azote, de le refroidir au moyen de l'éthylène, jusqu'à − 142°, en le soumettant à une pression de 60^{atm}. C'était alors la température la plus basse que je pusse obtenir au moyen de l'éthylène; elle suffisait à peine pour liquéfier l'azote, même en employant la détente. En mesurant la pression de l'éthylène à − 142°, je me suis convaincu qu'elle était encore assez considérable, égale à 24^{mm} de mercure; depuis, j'ai pu réduire cette pression jusqu'à 10^{mm}, ce qui équivalait à l'abaissement de la température jusqu'à − 150°. J'en ai profité pour rechercher la relation qui existe entre la température de l'éthylène et la pression sous laquelle il s'évapore. J'ai mesuré les pressions au moyen d'un manomètre à mercure, les températures au moyen d'un thermomètre à hydrogène. Voici les résultats obtenus :

Pression.	Température de l'éthylène.
mm	o
750	− 103
546	− 105
441	− 108

([1]) *Comptes rendus*, séance du 7 avril 1884, t. XVCIII, p. 913.

Pression.	Température de l'éthylène.
mm 346	° — 111
246	— 115,5
146	— 122
107	— 126
72	— 129,7
56	— 132
31	— 139
12	— 148
9,8	— 150,4

» La liquéfaction de quelques centimètres cubes d'azote ne présente pas de difficultés, et il est absolument inutile d'employer pour cela l'oxygène liquide, car à la température de — 150° on peut liquéfier à l'état statique tous les gaz, excepté l'hydrogène. C'est ainsi qu'en liquéfiant l'azote au moyen de l'éthylène, j'étais en mesure de déterminer la température et la pression critique de ce gaz. J'ai dit, dans une Note précédente, que la pression critique de l'azote est de 39^{atm}; cependant je me suis convaincu que ce chiffre est trop élevé. En refroidissant l'azote jusqu'à — 142° et en élevant la pression à 60^{atm}, on ne voit pas le ménisque, parce que la température est encore supérieure à la température critique, mais en abaissant lentement la pression de l'azote, la température s'abaisse de quelques degrés, et, lorsque la pression est de $33^{atm},6$, on remarque l'ébullition de l'azote et ensuite son ménisque. Cette ébullition se produit toujours à la même pression de 33^{atm}. La température de l'azote, mesurée au moyen d'un thermomètre à hydrogène, a été, dans ces conditions, de —146°. En abaissant ensuite la pression, l'azote bouillait, et le thermomètre indiquait les températures correspondantes.

Pression.	Température.
atm 35 (Point critique)	° — 146 (Température critique)
31	— 148,2
17	— 160,5
1	— 194,4
Vide	— 213

» Ces nombres sont le résultat d'une série d'expériences. C'est donc — 213° que j'ai atteint dans mes dernières recherches sur la liquéfaction de l'hydrogène.

» Mon ancien collaborateur, M. Wroblewski, prétend que mes expériences confirment celles qu'il a publiées sur la liquéfaction de l'hydrogène et sur la solidification de l'azote ([1]). Cependant, en comparant ma Note ([2]) avec celle de M. Wroblewski ([3]), on voit clairement que mes expériences ne confirment nullement les siennes.

» En effet, à la température de l'oxygène bouillant sous la pression de 1^{atm} et sous la détente de 100^{atm}, conditions des expériences de M. Wroblewski, je n'ai remarqué aucune trace de la liquéfaction de l'hydrogène; et ce n'est pas dans l'oxygène bouillant dans le vide (température plus basse de 17°), et en détendant ce gaz comprimé à 190^{atm}, que j'ai vu les premières traces de la liquéfaction. Dans mes dernières expériences, j'ai abaissé la température à — 213°, c'est-à-dire 32 degrés plus bas que M. Wroblewski ne l'avait fait. Les phénomènes que nous avons observés diffèrent en plus d'un point, M. Wroblewski n'ayant aperçu qu'une ébullition, bien difficile à observer dans les conditions de ses expériences, tandis que j'ai vu distinctement un liquide transparent et incolore, ce qui a permis à feu M. Dumas, dans une lettre dont il m'a honoré (publiée dans les *Comptes rendus des séances de l'Académie de Cracovie*), de dire que l'hydrogène n'est pas un métal, comme on l'avait supposé jusqu'alors. M. Pictet avait affirmé la nature métallique de l'hydrogène, tandis que les expériences de MM. Cailletet et Hautefeuille avaient montré, au contraire, que l'hydrogène dissous en quantité dans l'acide carbonique, et cela en dehors de toute action chimique, donnait un liquide tout à fait incolore et transparent : c'est donc à tort qu'on range cet élément parmi les métaux, et mes expériences démontrent que MM. Cailletet et Hautefeuille ont entièrement raison.

» Mes expériences ne confirment pas non plus la solidification de l'azote, dans les conditions indiquées par M. Wroblewski, en montrant que l'azote ne se solidifie pas, même à une température bien inférieure à celle de — 194°,4, et il est évident qu'en faisant une détente de l'azote jusqu'à 1^{atm}, on ne peut arriver à une température inférieure à — 194°,4, ce que M. Wroblewski a lui-même montré ([4]).

([1]) *Comptes rendus*, t. XVCIII, p. 984.

([2]) *Ibid.*, p. 365.

([3]) *Ibid.*, p. 304.

([4]) N'ayant pu confirmer l'expérience de M. Wroblewski, quant à l'hydrogène, je ne veux pas la nier, parce que j'ai opéré avec l'appareil de M. Cailletet, tandis que M. Wroblewski se servait d'un autre. Au contraire, il est évident, d'après mes expériences et même celles de M. Wroblewski, que l'azote ne se solidifie pas dans les conditions qu'il a indiquées.

» Je ne puis non plus partager l'opinion de M. Wroblewski quant au thermomètre à hydrogène, qui me donne toujours des résultats exacts. La partie du tube dont la température n'est pas connue est extrêmement capillaire, ce qui permet une détermination exacte de la température. M. Wroblewski mesure les températures au moyen d'un thermo-élément; il l'a comparé avec le thermomètre à hydrogène, entre — 102° et — 130°; or l'exactitude, dans cet intervalle, dépend entièrement de l'exactitude du thermomètre à hydrogène pris pour terme de comparaison. Toute mesure de températures inférieures à — 130°, au moyen du thermo-élément, n'est fondée que sur une hypothèse. »

PHYSIQUE. — *Sur les propriétés du gaz des marais liquide et sur son emploi comme réfrigérant.* Note de M. S. **Wroblewski**.

« La machine pneumatique, employée pour l'évaporation de l'éthylène liquide dans mes expériences sur la liquéfaction des gaz, une fois séparée de l'appareil, ne permettait d'abaisser la pression que jusqu'à $0^m,01$ de mercure au plus. Quand, en pompant l'éthylène, on poussait le vide aussi loin que possible, le manomètre de la machine pneumatique accusait encore $0^m,025$ de pression de mercure. L'éthylène liquide présentait à ce moment, comme l'on sait, la température de — 136°C. Dans ces expériences, j'ai utilisé seulement le froid de l'éthylène *liquide*, sans tirer aucun profit du froid que produisent les *vapeurs* d'éthylène. Depuis cette époque, ayant employé les vapeurs d'éthylène pour le refroidissement de l'appareil même qui reçoit l'éthylène liquéfié, et par conséquent de l'éthylène liquide, j'ai pu réduire avec la même machine pneumatique la pression des vapeurs de l'éthylène jusqu'à $0^m,015$ et abaisser la température d'ébullition de l'éthylène jusqu'à — 144°C. Je ne doute pas qu'en se servant d'une machine pneumatique plus parfaite que celle dont je dispose, il ne soit possible d'abaisser, par le même procédé, cette température minima de quelques degrés encore.

» Entre le minimum ci-énoncé et la température d'ébullition de l'oxygène sous la pression atmosphérique, il y a une lacune de 40°, qu'il faudrait combler pour pouvoir faire des expériences qui nécessitent une température intermédiaire entre — 144 et — 184°C. Puisque le gaz des marais se liquéfie plus difficilement que l'éthylène, on a pu supposer qu'il donnerait la température nécessaire : c'est dans ce but que j'ai com-

mencé à étudier les propriétés de ce gaz, au mois de mars dernier ([1]). Je demande à l'Académie la permission de lui communiquer les résultats de mes recherches.

» Le gaz des marais, préparé par centaines de litres à l'aide de l'acétate de soude fondu et de la chaux sodée, et contenant par conséquent, avec d'autres impuretés, une certaine quantité d'hydrogène ([2]), est un liquide presque aussi transparent et incolore que l'éthylène. Sa densité, par rapport à l'eau à 4°C., est 0,37.

» Le Tableau suivant représente la courbe de liquéfaction du gaz des marais ([3]) :

Température. °C.	Pression. atm.	
— 73,5.....	56,8	Point critique.
— 75,9.....	52,5	
— 98,2.....	24,9	
— 113,4.....	16,4	
— 130,9.....	6,7	

» J'ai mesuré la pression au moment où les premières traces du liquide apparaissaient. Un couple thermo-électrique a permis de déterminer la température.

» Le gaz des marais peut être versé comme l'éthylène, et revenir à la pression atmosphérique sans se solidifier. Sa température d'ébullition est comprise entre — 155 et — 160°C. Cette température n'était pas constante, à cause des impuretés que contient le gaz.

» On voit que ce gaz présente, comme réfrigérant, des qualités utilisables et comble la lacune entre l'éthylène et l'oxygène liquide.

» L'oxygène, l'air atmosphérique, l'azote et l'oxyde de carbone, refroidis avec ce gaz, peuvent se liquéfier sous de faibles pressions.

» Un chimiste habile, qui trouverait une méthode facile et économique pour produire le gaz des marais pur, rendrait un véritable service à la Science. »

([1]) Pendant mon dernier séjour à Paris, au mois d'avril, M. Cailletet a eu l'obligeance de me dire qu'il a également étudié le gaz des marais pour l'utiliser comme réfrigérant.

([2]) 8 pour 100, d'après les recherches de M. Kolbe.

([3]) Je ne doute pas qu'avec le gaz tout à fait pur on obtient des pressions sensiblement différentes.

ÉLECTROCHIMIE. — *Action de l'étincelle d'induction sur la benzine, le toluène et l'aniline.* Note de M. A. Destrem, présentée par M. Berthelot.

« En faisant jaillir l'étincelle d'induction dans l'intérieur de certains composés liquides de la série aromatique, on arrive facilement à décomposer ces produits; de plus, les gaz provenant de ce dédoublement échappent, à mesure de leur formation, à l'action ultérieure de l'étincelle. On peut être assuré ainsi de retrouver, par l'analyse, les produits provenant seulement de la décomposition, sans qu'il y ait lieu de tenir compte des actions secondaires.

» Pour opérer cette décomposition, on s'est servi d'un appareil à électrolyse d'Hoffmann, à une seule branche, muni d'un tube abducteur permettant de recueillir les gaz sur une cuve à mercure. L'étincelle, produite par une bobine de dimension moyenne, actionnée par trois couples de Bunsen, jaillissait entre deux fils de platine très rapprochés l'un de l'autre, leur distance variant d'après la résistance électrique des liquides auxquels on s'adresse.

» Je donnerai, dans cette Note, les résultats obtenus avec la *benzine*, le *toluène* et l'*aniline*.

» Lorsque l'étincelle jaillit dans l'intérieur d'un de ces liquides, on voit, autour des électrodes, se produire de nombreuses bulles gazeuses, en même temps qu'il se forme un charbon floconneux, qui ne tarde pas à envahir toute la masse. Dans le cas de l'aniline, le charbon est moins volumineux et gagne rapidement le fond de l'éprouvette, ce qui n'a pas lieu pour la benzine et le toluène.

» Dans le mélange gazeux provenant de la décomposition de ces carbures, on a trouvé :

» *Pour la benzine :* acétylène, 42 à 43 pour 100; hydrogène, 57 à 58 pour 100;

» *Pour le toluène :* acétylène, 23 à 24 pour 100; hydrogène, 76 à 77 pour 100.

» *Pour l'aniline :* acétylène, 21 pour 100; hydrogène, 65 pour 100; acide cyanhydrique, 9 pour 100; azote, 5 pour 100.

» Après l'action de l'étincelle, on trouve, outre le charbon qui s'est déposé : dans la benzine et le toluène, du diphényle et un composé brun rouge soluble dans ces carbures, que l'on isole facilement, soit par concentration

ou simplement par refroidissement. L'étude des composés solides fera l'objet d'une nouvelle Note. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la production d'un manganite de baryte cristallisé.* Note de MM. G. **Rousseau** et A. **Saglier**, présentée par M. Troost.

« Le bioxyde de manganèse, longtemps considéré comme un oxyde singulier, peut cependant s'unir aux bases en proportions définies. M. Gorgeu, qui a le premier appelé l'attention sur cette propriété, a proposé de substituer à son nom celui d'*acide manganeux*. Ce savant avait conclu, de ses premières expériences, que la capacité de saturation du bioxyde de manganèse varie suivant les conditions de sa préparation : quand il a été produit au sein de l'acide azotique bouillant, il donne naissance à des composés du type $15MnO^2,RO$; préparé à froid et mis en contact avec une solution alcaline, il donne des manganites dans lesquels le rapport du manganèse à l'alcali est représenté par la formule $5MnO^2,RO$ [1].

» Cette manière de voir a été confirmée par les expériences de M. Risler qui, en calcinant un mélange de permanganate de potasse et d'un chlorure métallique anhydre, a obtenu une série de manganites ayant pour formule générale $Mn^5O^{11}R$ [2].

» Cependant, M. Weldon avait mis en évidence la formation d'un manganate de chaux MnO^2,CaO, dans son procédé industriel de régénération du bioxyde de manganèse. Pour élucider cette question et fixer définitivement la véritable capacité de saturation de l'acide manganeux, M. Gorgeu entreprit de nouvelles recherches qui le conduisirent à envisager le bioxyde de manganèse comme un acide bibasique, ainsi, du reste, qu'on pouvait le déduire de la composition de la haussmannite

$$Mn^3O^4 = MnO^2,2MnO$$

(*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 177).

» Toutefois, si M. Gorgeu a pu reproduire cet oxyde salin en abandonnant à l'air du protoxyde de manganèse en présence d'une dissolution de potasse, il n'a pas réussi à préparer les manganites alcalins ou alcalino-terreux saturés, insuccès qu'il attribue à l'action décomposante de l'eau qui les ramènerait à l'état de manganites acides du type $5MnO^2,RO$. D'autre

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, (3), t. LXVI, p. 153.

(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XXX, p. 110.

part, les manganites alcalino-terreux MnO^2,RO, dont Weldon admet la formation dans son procédé de régénération, n'ayant pas été obtenus à l'état cristallisé, on peut contester leur existence en tant qu'espèces chimiques, ou du moins les envisager comme un mélange complexe de manganites $5MnO^2,RO$, avec un excès de chaux ou de magnésie.

» C'est cette lacune que nous avons cherché à combler. La voie humide n'ayant fourni à nos devanciers que des précipités amorphes, nous avons eu recours à l'emploi de la voie sèche. On sait que les manganates se décomposent à une température plus ou moins élevée avec dégagement d'oxygène, mais ce phénomène, que tous les chimistes ont eu l'occasion d'observer dans la préparation du manganate de potasse, n'a pas été suffisamment étudié jusqu'ici. Il y a lieu de penser que tous les manganates, soumis à une calcination convenable, perdent d'abord un équivalent d'oxygène, en se transformant en manganites; en chauffant un manganate au sein d'un fondant approprié, et réglant la température de façon à ne pas amener la décomposition ultérieure du manganite d'abord formé, il était donc légitime d'espérer obtenir ce dernier à l'état cristallisé.

» L'expérience a confirmé nos prévisions. Nous avons réussi à préparer par cette méthode le manganite de baryte à l'état cristallisé; c'est une première étape dans la voie de la reproduction des manganites alcalino-terreux, travail que nous n'avons pu encore terminer, par suite des conditions obscures de la préparation des manganates de chaux et de magnésie qui doivent servir de point de départ à nos essais.

» Voici comment nous avons réalisé la production du manganite de baryte : On introduit, dans un creuset de platine, un mélange de 2^{gr} de manganate de baryte et de 10^{gr} de chlorure de baryum. Le creuset est chauffé au four Forquignon et Leclercq, en employant le dispositif n° **3** de MM. Fouqué et Michel Lévy. Dans ces conditions, la masse se trouve portée à la température de la fusion du fer, soit 1500-1600°. Après de nombreux tâtonnements, nous avons reconnu la nécessité d'une température aussi élevée; avec le dispositif n° **1**, la décomposition est nulle, elle est à peine sensible avec le dispositif n° **2**, même après une calcination prolongée; on voit par là que le manganate de baryte est incomparablement plus stable que les manganates alcalins. Nous n'avons pu, dans cette opération, remplacer le creuset de platine par un creuset de terre, la silice de ce dernier s'unissant à l'oxyde de manganèse et à la baryte pour former un silicate complexe.

» Après quatre heures de chauffe, on laisse refroidir le creuset, puis on

détache la masse fondue. Le culot est d'un gris noirâtre à sa partie inférieure et parsemé de points noirs brillants; la partie supérieure est encore colorée en vert par du manganate de baryte non décomposé. On le concasse, et on le traite à plusieurs reprises par l'eau bouillante, qui dissout le chlorure de baryum et la baryte provenant d'une dissociation partielle du chlorure. Il reste un magma d'aiguilles noires qu'on débarrasse par lévigation des flocons verts de manganate qui les recouvrent. Un dernier lavage avec une eau faiblement acidulée enlève les pellicules de carbonate de baryte qui s'y trouvent mêlées.

» Ainsi préparé, le manganite de baryte est en petits cristaux aciculaires, opaques, d'un noir bleuâtre et d'un éclat comparable à celui du silicium cristallisé. Il se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique avec dégagement de chlore; l'acide azotique l'attaque plus difficilement. Sa composition correspond à la formule MnO^2BaO, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes :

	Expérience.		
	I.	II.	Théorie.
MnO^2	36,16	36,20	36,30
BaO.......... ..	63,50	63,21	63,70

» Sa densité, déterminée par la méthode du flacon, est égale à 5,85.

» On rencontre dans la nature un manganite de baryte que les minéralogistes ont décrit sous le nom de *psilomélane*. Mais ce corps est amorphe; on ne le connaît que sous la forme de masses concrétionnées, réniformes ou compactes; il contient généralement de l'eau, quelquefois aussi de la potasse, et certains échantillons dégagent de l'oxygène sous l'action de la chaleur. Enfin, sa densité n'est que de 3,7 à 4,4 au lieu de 5,85. Cette comparaison montre assez que le manganite de baryte cristallisé que nous avons obtenu constitue une variété distincte du produit naturel [1]. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons formées par le sesquichlorure de chrome avec les autres chlorures métalliques.* Note de M. L. **Godefroy**, présentée par M. Troost.

« Depuis longtemps déjà, on a signalé comme chlorure double de chrome et de potassium une masse violette incristallisable que l'on obtient en faisant agir l'acide chlorhydrique en excès sur le dichromate de potassium, en présence d'un peu d'alcool, et évaporant à siccité.

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Sorbonne.

» En réalité, cette masse violette n'était qu'un mélange de sesquichlorure de chrome en excès avec le véritable chlorure double

$$4KCl, Cr^2Cl^6 + 2H^2O,$$

que j'obtiens en grande quantité comme résidu de l'action du chlore sur un mélange de dichromate de potassium et d'alcool. De nombreuses analyses faites sur ce corps pulvérulent et sur le même corps cristallisé donnent :

	Trouvé. Moyenne.	Calculé pour $4KCl, Cr^2Cl^6 + 2H^2O$.
K....................	24,72	23,93
Cl....................	53,72	54,44
Cr....................	16,84	16,11
H^2O....................	5,65	5,52

J'ai cherché dans quelles conditions ce corps se forme, et j'ai étendu et appliqué ces conditions aux autres chlorures doubles du chrome.

» *Circonstances dans lesquelles se forment les chlorures doubles du chrome.* — Ils se forment toutes les fois que le mélange des deux chlorures se trouve en présence d'un excès d'acide chlorhydrique suffisamment concentré (32,5 pour 100 au moins). L'élévation de la température favorise la combinaison ; la présence de l'eau l'empêche, dans des limites qui sont indiquées plus loin. Le chlorure d'acétyle, devenant, dans certaines conditions, une source d'acide chlorhydrique, favorise la formation du chlorure double.

» *Préparation des chlorures doubles du chrome.* — La méthode qui donne le corps le plus pur et le meilleur rendement est celle que j'ai déjà indiquée : pour préparer le chlorure double de chrome et de potassium, par exemple, on introduit dans 700gr d'alcool 300gr de dichromate de potassium finement pulvérisé; on fait passer du chlore; au bout de six à huit heures, on recueille 320gr d'un précipité rouge violacé; le rendement est théorique.

» *Propriétés générales des chlorures doubles du chrome.* — Les sels doubles préparés par la méthode précédente se présentent sous la forme de poudres cristallines diversement colorées. La couleur fonce généralement et varie de teinte lorsqu'on élève leur température. Après bien des essais infructueux, je suis parvenu à les faire cristalliser. On réalise cette cristallisation en chauffant, dans des tubes scellés, à 120°-130°, 10gr environ du corps avec une quantité suffisante d'acide chlorhydrique à 40 pour 100 et laissant refroidir très lentement. Les chlorures doubles du chrome sont très stables même à haute température; mais ils se décomposent très rapidement sous l'influence de la moindre trace d'humidité. Cette propriété est remarquable et caractéristique.

» *Action de l'eau sur les chlorures doubles.* — Projetés dans l'eau, ils se dissolvent d'abord avec leur couleur caractéristique; mais ils ne tardent pas à se décomposer et la liqueur devient verte; il se forme un chlorure de métal étranger, un oxychlorure et de l'acide chlorhydrique. L'oxychlorure cristallise difficilement en masses indéterminées mélangées de l'autre chlorure, leur analyse est presque impossible; aussi, pour rendre compte du phénomène, je propose d'admettre provisoirement l'équation hypothétique suivante :

$$2(4RCl, Cr^2Cl^6) + 3H^2O = 8RCl + Cr^2O^3, Cr^2Cl^6 + 6HCl.$$

» La décomposition est limitée, elle s'arrête lorsque la liqueur contient 32,5 pour 100 d'acide chlorhydrique libre. Cette limite a été déterminée par deux séries d'expériences concordantes.

» 1° *Série d'expériences.* — Dans des solutions filtrées d'acide chlorhydrique on a ajouté du chlorure double de chrome et de potassium jusqu'à ce qu'il en restât en excès et non décomposé.

» Prélevant ensuite un volume déterminé de chaque solution, on a cherché par les procédés analytiques la quantité de chrome contenu et, partant, la quantité de sel double décomposé ou dissous par centimètre cube.

Richesse en centièmes des solutions chlorhydriques avant l'addition du sel double.	Quantité de sel double dissous ou décomposé, par centimètre cube.	Richesse en centièmes des solutions chlorhydriques avant l'addition du sel double.	Quantité de sel double dissous ou décomposé, par centimètre cube.
	gr		gr
10	1,042	30	0,163
20	0,662	32	0,072
22	0,593	34	0,059
24	0,517	36	0,040
26	0,431	38	0,030
28	0,320	40	0,021

» En prenant pour abscisses les richesses en acide, et pour ordonnées les quantités de sel, j'ai construit une courbe qui représente à la fois la solubilité du sel double et la loi de sa décomposition. Cette courbe, d'abord sensiblement rectiligne, s'infléchit rapidement dans les environs de l'abscisse 28 et tend vers une limite située un peu au delà de l'abscisse 32 : *c'est la limite de décomposition;* à partir de cette limite, la courbe change de direction et redevient rectiligne; elle représente alors exclusivement la solubilité du sel, solubilité qui va en diminuant à mesure que la richesse en acide augmente.

» 2° *Série d'expériences.* — Les solutions précédentes ont été utilisées; mais, au lieu de rechercher le chrome, on a déterminé la quantité d'acide chlorhydrique libre.

Quantité d'acide chlorhydrique libre dans 100 parties du liquide

avant l'addition du sel double	après l'addition du sel double.	avant l'addition du sel double.	après l'addition du sel double.
40	40	26	32,5
38	38	24	32,2
36	36	22	32,5
34	34	20	32,5
32	32,5	18	32,7
30	32,9	10	32
28	32,5	0	26,3

» On le voit, il n'y a pas eu augmentation d'acide chlorhydrique dans les solutions dont la richesse était égale ou supérieure à 34 : la décomposition du sel a donc été nulle dans ces solutions. On constate au contraire une augmentation d'acide dans les autres; leur titre a été trouvé constant et égal à 32,5 (nombre moyen); la décomposition du sel est donc limitée et cesse lorsque la quantité d'acide HCl libre est de 32,5 pour 100. Dans l'eau pure, la limite n'a pu être pratiquement atteinte, à cause de la viscosité du mélange.

» *Conclusions.* — Le sesquichlorure de chrome forme avec les autres chlorures métalliques des combinaisons définies et cristallisables. Ces combinaisons se forment toutes dans les mêmes circonstances. Elles sont décomposables par l'eau avec formation d'acide chlorhydrique, et la décomposition s'arrête lorsque la liqueur contient 32,5 pour 100 d'acide libre.

» On obtient, dans les mêmes conditions, les bromures et les iodures doubles du chrome [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une réaction générale des alcools polyatomiques, en présence du borax et des paratungstates.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Communication antérieure [2], nous signalions certaines réactions anormales de la mannite, en présence d'une solution aqueuse de

---

(1) Ce travail a été fait au Laboratoire de l'Institut catholique.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 826.

borax. Dans les mêmes conditions, la dulcite présente absolument les mêmes, propriétés que son isomère, la mannite, c'est-à-dire que :

» 1° Une solution renfermant moins de $0^{mol},5$ de borax pour une molécule de dulcite est fortement acide, et d'autant plus fortement acide que la proportion de borax est plus faible (ceci en solutions saturées);

» 2° Une solution renfermant $0^{mol},5$ de borax pour une molécule de dulcite est neutre;

» 3° Une solution renfermant plus de $0^{mol},5$ de borax pour une molécule de dulcite est d'autant plus alcaline que la proportion de borax est plus forte (les solutions dont il est question sont obtenues par le mélange de solutions saturées des deux corps, à la température ordinaire, 15° environ).

» La dulcite est neutre au tournesol, le borax présente une réaction alcaline des plus prononcées.

» En aucun cas, le mélange des solutions de dulcite et de borax ne présente le pouvoir rotatoire, fait que l'on pouvait prévoir *a priori*, tous les composés de la dulcite étant inactifs.

» Si l'on additionne la solution (1) de quelques gouttes de teinture de tournesol neutre, elle prend la teinte rouge pelure d'oignon. Cette solution rouge vire au bleu par l'addition d'une grande quantité d'eau distillée.

» Le mélange des solutions de dulcite et de paratungstate de sodium présente les mêmes réactions que celui des solutions de mannite et de ce sel.

» Le paratungstate de sodium, en solution concentrée dans l'eau, rougit à peine la teinture bleue de tournesol et présente avec le papier de tournesol la réaction amphigène.

» Si l'on porte à l'ébullition un mélange de solutions concentrées de dulcite et de paratungstate de sodium, après l'ébullition le liquide communique au tournesol bleu la teinte rouge pelure d'oignon caractéristique des acides énergiques; mais, alors qu'une solution de 10^{gr} de mannite et de 4^{gr} de paratungstate de sodium dans 100^{cc} d'eau dévie à droite le plan de polarisation de 36′ pour une colonne liquide de 219^{mm}, une solution de 4^{gr} de sel et de 10^{gr} de dulcite ne produit pas de déviation appréciable (temp. de l'expérience, 19°).

» La solubilité de la dulcite dans l'eau est fortement augmentée par la présence du paratungstate, mais moins, toutefois, que celle du borax. En solutions concentrées, il se dépose quelquefois de la dulcite.

» Ces réactions sont entièrement générales. Nous avons observé qu'elles

se produisent avec tous les biborates, avec les paratungstates solubles, en présence de tous les alcools polyatomiques non condensés.

» La proportion d'alcool polyatomique nécessaire pour produire l'acidité est d'autant plus faible que l'ordre d'atomicité de l'alcool est plus élevé.

» L'augmentation du pouvoir rotatoire n'a lieu que quand l'alcool lui même est doué du pouvoir rotatoire. Nous avons constaté ces faits pour les glycols (glycol, propylglycols, butylglycols, etc.); la glycérine, l'érythrite, les glucoses, le galactose. Le saccharose, la dextrine ne nous ont rien donné de semblable.

» La quercite ne nous a pas offert ce caractère; mais on sait, d'après les travaux de M. Prunier, que ce n'est pas un alcool polyatomique.

» Les acides-alcools à poids moléculaire élevé donnent lieu à un phénomène semblable, quand leur ordre d'atomicité est lui-même élevé : ainsi, si l'on additionne une dilution d'acide borique, ne rougissant pas le tournesol d'une dilution d'acide mucique dans les mêmes conditions, le mélange est fortement acide.

» Les alcools polyatomiques donnent avec les solutions d'acide borique des réactions analogues à celles qu'offre la mannite ([1]); leur action varie d'après la même loi que celle qu'ils suivent en présence du borax, en raison de leur ordre d'atomicité.

» Cette série de réactions s'explique très simplement : il se forme des éthers de l'alcool employé, éthers jouant le rôle d'acides vis-à-vis des bases, et ayant une capacité de saturation plus grande que celle de l'acide minéral : comme ils demandent, pour donner des sels neutres, une plus grande quantité de base que l'acide minéral en jeu, ils donnent des liqueurs acides.

» Nous avons isolé les sels barytiques des composés obtenus avec la dulcite et la mannite : ce sont des corps incristallisables, dont l'étude est dépourvue d'intérêt.

» Nous rappellerons que l'augmentation du pouvoir rotatoire des éthers des alcools actifs est un fait à peu près général, constaté par M. Bouchardat fils dans son étude sur la mannite, par M. Jungfleisch dans ses travaux sur les émétiques.

» Ces réactions générales, de facile observation, ont un assez grand intérêt comme *expériences de cours*. C'est à ce titre surtout que nous signalons

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 826.

celles que nous décrivons, et que nous avons cherché à généraliser les résultats obtenus dans nos travaux antérieurs : nous n'avions pu alors expérimenter que sur quelques alcools polyatomiques : nous les avons à peu près tous examinés depuis. »

THÉRAPEUTIQUE. — *Le borax comme désinfectant intérieur*. Note de M. E. DE CYON, présentée par M. Vulpian.

« En novembre 1878, j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie mes recherches sur les propriétés physiologiques du borax. Les principaux résultats auxquels j'étais arrivé confirmaient d'abord les observations déjà faites par l'illustre Dumas sur les propriétés éminemment antiseptiques de cette substance; ensuite, ils démontraient l'innocuité complète du borax pur, dont on peut introduire jusqu'à 15^{gr} et plus, par jour, dans l'organisme, sans y provoquer le moindre trouble.

Indépendamment de leur importance au point de vue de l'alimentation publique, ces résultats me paraissaient offrir un grand intérêt médical, en mettant enfin à notre disposition un antiseptique très puissant dont on peut introduire impunément telle quantité que l'on veut dans l'organisme pour préserver celui-ci de certaines maladies contagieuses. Ce qui, en effet, a rendu presque stériles jusqu'à présent tous les moyens de désinfection usités pendant les épidémies, c'est que leur action est forcément limitée aux parties extérieures du corps. C'est seulement quand la maladie s'est déclarée que le médecin a recours aux désinfectants intérieurs, mais alors il est souvent trop tard. Au contraire, le borax nous paraît un énergique désinfectant intérieur dont on peut se servir pendant des mois et des années comme préservatif, sans le moindre danger pour l'organisme.

» Aussi, quand la peste éclata en Russie au commencement de l'année 1879, je m'empressai de me rendre à Pétersbourg et de proposer au Conseil médical supérieur de l'empire l'emploi du borax comme désinfectant préservateur. Dans sa séance du 19 février, le Conseil, présidé par le Dr Pélican, recommanda l'usage de cette substance à tous les médecins des régions contaminées... La fin de l'épidémie rendit inutile l'essai projeté.

» Depuis, j'ai eu, à maintes reprises, durant ces six dernières années, l'occasion de constater les excellentes qualités antiseptiques du borax et de l'acide borique dans toutes les affections provenant de parasites ou de microbes. On se trompe gravement quand on juge de l'efficacité d'un agent désinfectant d'après son degré de toxicité pour l'organisme humain.

Tel antiseptique, réputé infaillible à cause des dangers qu'il présente pour l'homme, se montre impuissant contre un parasite invisible qui ne résiste pas à quelques grains de borax ou d'acide borique. Je crois donc devoir, dans les circonstances présentes, recommander de nouveau l'essai de ce puissant préservatif. Son efficacité ressort, à mes yeux, d'un fait fréquemment observé pendant les épidémies de choléra : la maladie a toujours épargné les ouvriers employés dans les fabriques d'acide borique. Ainsi, par exemple, lors de la violente épidémie qui désola l'Italie en 1864-1865, aucun des ouvriers travaillant dans les sept usines d'acide de Larderello ne fut atteint par le fléau, tandis qu'un village situé à peine à 3^{km} de là perdit le tiers de sa population.

» Pris à raison de 5^{gr} à 6^{gr} par jour, le borax non seulement aura une action directe sur les microbes contenus dans le canal intestinal, mais, passant dans le sang, il pourra encore atteindre les bacilles qui y auraient pénétré. L'action constipante du biborate de soude n'est, en temps de choléra, qu'une indication de plus.

» Le moyen le plus sûr d'être fixé sur la valeur du borax comme préservatif contre le choléra serait de l'essayer, dans un milieu infecté, en prenant pour sujets de l'expérience quelques soldats d'un régiment ou quelques ouvriers d'une usine. Si ces hommes, vivant daus les mêmes conditions hygiéniques et alimentaires que leurs camarades, offraient une plus grande résistance au fléau, on ne pourrait évidemment l'attribuer qu'à l'influence de l'agent prophylactique.

» D'une part, laver avec de l'acide borique ou avec une solution de borax toutes les muqueuses extérieures; de l'autre, mêler à la nourriture et à la boisson environ 6^{gr} de borax par 24 heures : tel est le moyen de préservation que je proposerais. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des* Cerocoma Schreberi *et* Stenoria apicalis. Note de M. **H. Beauregard**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie les premiers résultats de mes recherches sur le mode de développement de certains insectes de la tribu des Vésicants (*Cantharis, Mylabris, Cerocoma*), sur lesquels nous ne possédons aucun renseignement.

» Mon but principal était de découvrir l'hôte que choisit à l'état naturel la larve parasite issue de la Cantharide. A cet effet, j'entrepris dans le courant de l'été dernier l'éducation artificielle de la Cantharide en me ser-

vant, pour nourrir ses larves, du miel de certains Hyménoptères. M. Lichtenstein, de Montpellier, avait réussi déjà à obtenir l'insecte parfait en utilisant le miel de *Ceratina*. J'arrivai au même résultat au moyen du miel d'une espèce de Mégachile, recueilli dans les carrières de Nanterre, et au moyen de celui de l'*Osmia tridentata*, que voulut bien m'envoyer M. Fabre, d'Avignon. Ce fait laisse à penser que si les larves de Cantharides sont réellement mellivores, il se peut qu'elles vivent en parasites indifféremment dans les cellules d'un certain nombre d'espèces d'Hyménoptères.

» Mon but, en répétant les expériences de M. Lichtenstein, était surtout d'obtenir la pseudo-chrysalide de la Cantharide. Sous cette forme, en effet, l'insecte passe, sans se modifier, l'automne et l'hiver et je me proposais de la rechercher dans les nids d'Hyménoptères souterrains. Je m'étais assuré, d'autre part, que les larves de Cantharide, contrairement à ce qu'a montré M. Riley pour les larves des *Epicauta* et *Macrobasis* (espèces souterraines), ne sont point parasites des nids d'Orthoptères. Mes larves ont, en effet, toujours refusé les œufs de Locustes ou d'Acridiens que j'ai pu mettre, souvent en grand nombre, à leur disposition. A la fin du mois d'août 1883, je me trouvais en possession d'un certain nombre de pseudo-chrysalides de Cantharide; je pouvais donc les étudier à loisir, me pénétrer de leur forme et de leurs caractères et, dès lors, me livrer à leur recherche avec quelque espoir de succès.

» Une subvention du Conseil municipal me permit d'entreprendre au mois d'octobre 1883 une excursion en Provence, et je me livrai à l'exploration des galeries d'Hyménoptères souterrains que je pus rencontrer dans les localités hantées par les Cantharides. Je dois dire immédiatement que mes recherches n'ont pas abouti. Toutefois elles n'ont pas été infructueuses, car, ainsi qu'il arrive souvent, j'ai trouvé ce que je ne cherchais pas.

» A Aramon, petit village voisin d'Avignon, je découvris une butte de sable dont les flancs étaient percés, jusqu'à une profondeur de plus de 1^m, d'une quantité prodigieuse de galeries conduisant à des cellules d'un Hyménoptère que j'ai pu récemment déterminer après éclosion. Cet Hyménoptère est le *Colletes signata* (Kirby). Un grand nombre de ces cellules étaient occupées par une pseudo-chrysalide que j'hésitai d'abord à reconnaître pour appartenir à un insecte de la tribu des Vésicants. En outre, dans une des galeries, je trouvai une pseudo-chrysalide qui me parut absolument semblable à celle de la Cantharide. Je m'en occuperai tout d'abord, me réservant de revenir plus tard sur celles qui habitaient les cellules de Collètes.

» Cette pseudo-chrysalide mesure 9^{mm},5 de long sur 6^{mm} de large. D'un jaune paille, elle est de forme naviculaire, un peu incurvée à ses deux extrémités. Les anneaux du thorax et de l'abdomen sont bien marqués. Trois paires de pattes très courtes font saillie en arrière de sa tête. La dépouille de la forme larvaire précédente est fixée à la face ventrale près de l'extrémité postérieure.

» Cette pseudo-chrysalide, rapportée à Paris, passa tout l'hiver sans subir aucune modification.

» Le 3 mai de cette année, elle se fendit sur le dos et il en sortit une grosse larve, blanche, munie de trois paires de pattes courtes. Elle mesurait environ 15^{mm} de longueur. Vingt jours après (23 mai), cette larve se transformait en nymphe, en se débarrassant complètement de son enveloppe. D'un blanc jaunâtre, cette nymphe offrait des caractères tellement tranchés, qu'il était possible de déterminer immédiatement qu'on était en présence d'une nymphe de *Cerocoma*. En effet, un mois plus tard, l'animal était arrivé à l'état parfait et n'était autre que le *Cerocoma Schreberi*.

» Le genre *Cerocoma*, semblablement aux genres *Meloe*, *Sitaris* et *Zonitis*, est donc à l'état larvaire parasite d'un Hyménoptère, et subit les diverses phases de l'hypermétamorphose. Dans le courant de l'hiver, j'ai reçu, d'ailleurs, de mon ami M. Nicolas, entomologiste distingué d'Avignon, plusieurs pseudo-chrysalides de la même espèce recueillies dans le même endroit, ainsi que des débris d'élytres et des pattes d'un Cérocome parfait trouvé dans ces galeries. Je ne saurais toutefois affirmer que la larve du Cérocome se nourrit du miel du *Colletes signata*, car de nombreuses cellules d'Osmie se trouvaient mêlées à celles du *Colletes* dans les mêmes galeries. D'ailleurs, d'après ce que m'a montré l'éducation artificielle des Cantharides, il se peut que la larve du Cérocome s'accommode de l'un ou l'autre de ces miels indifféremment.

» En même temps, disais-je plus haut, j'ai trouvé dans les cellules du *Colletes signata* de petites pseudo-chrysalides très régulièrement ovoïdes, d'un jaune paille doré, complètement enveloppées dans une pellicule irisée très fine, où l'on reconnaît la dépouille de la forme larvaire précédente. Chacune d'elles, longue de 7 à 11^{mm} et large de $3\frac{1}{2}$ à 5^{mm}, se voit par transparence à travers la paroi délicate de la cellule de Collètes, qu'elle remplit presque complètement.

» Je pus réunir une soixantaine de ces petites pseudo-chrysalides. Elles restèrent sans se modifier jusque vers le milieu de mai, époque à laquelle je pus voir à travers l'enveloppe apparaître la larve, puis la nymphe, et

enfin l'insecte parfait, qui sortit en rongeant l'extrémité céphalique de l'espèce de coque dans laquelle il était enfermé. J'ai pu constater que le phénomène singulier du retournement de la troisième larve signalé par M. Fabre pour le *Sitaris humeralis* n'a pas lieu ici. La nymphe est dans une telle position, que sa tête répond à l'extrémité céphalique de la pseudo-chrysalide. L'insecte obtenu fut le *Stenoria apicalis*, que M. Lichtenstein avait fait éclore déjà de premières larves trouvées sur le corselet du *Colletes fodiens*; nouvelle preuve de l'indifférence relative que montrent ces parasites dans le choix de leur hôte.

» Je crois trouver dans les diverses phases du développement de cet insecte des caractères suffisants pour lui conserver le nom générique de *Stenoria*, qui lui fut donné par Mulsant, et le différencier des vrais *Sitaris*. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Des mouvements du cœur chez les insectes pendant la métamorphose*. Note de M. **J. Künckel**, présentée par M. Blanchard.

« Les mouvements du cœur persistent-ils chez les nymphes; en d'autres termes, y a-t-il arrêt ou persistance de la circulation pendant la métamorphose?

» Herold (1815), ayant vu les pulsations du vaisseau dorsal chez des chrysalides qui venaient de se dépouiller de leur peau de chenilles, admit que l'activité du cœur était incessante pendant toute la période nymphale. G. Newport (1837) ayant remarqué que, lorsque la chenille est sur le point de se transformer, le nombre des pulsations du vaisseau dorsal diminuait, tombant de 32 à 28 et même à 26, que, lorsque la chrysalide est définitivement constituée, il n'était plus que de 12 par minute, présuma que pendant l'hibernation il devait y avoir absence complète de battements. M. Weismann (1863) contesta l'opinion de Herold dans sa généralité, en faisant remarquer que, si les observations de cet anatomiste relatives aux Lépidoptères sont exactes, il ne faudrait pas croire que les mouvements du cœur continuent chez les nymphes de Muscides; voici d'ailleurs comment il s'exprime : « Chez les Muscides, le cœur dégénère et il est construit à » nouveau d'une autre manière. Il n'est pas possible d'entreprendre des » observations directes sur les pulsations, mais on peut conclure avec cer- » titude, par les changements de la structure histologique, qu'à partir » d'un moment déterminé aucune contraction ne peut avoir lieu. » Ayant observé les battements du cœur chez les nymphes de Syrphides (Volucelles) à divers stades de développement, j'infirmai les assertions de Weis-

mann et me rangeai pleinement à l'avis de Herold; je disais (1872) que les contractions rythmiques du vaisseau dorsal se continuent sans interruption. Mais, à la suite d'observations faites avec plus de précision et à intervalles très rapprochés, je professai (1875) une opinion qui venait concilier les assertions si contradictoires d'Herold, de Newport et de Weismann. Il y a, disais-je, suspension momentanée des mouvements du cœur, mais seulement pendant les quelques heures nécessaires à l'achèvement des légères modifications de forme que subit cet organe. M. Ganin (1876) se prononça en faveur de la doctrine du mouvement continu : « Il me « semble, dit-il, que le vaisseau dorsal ne cesse pas de fonctionner chez » les Muscides pendant la période postembryonnaire; j'ai souvent observé » ses contractions chez *Anthomya rufipes* pendant les deuxième et troisième » jours après la transformation en nymphe, quand la plupart des organes » ont été détruits. »

» En présence de ces assertions contradictoires, il importait de savoir si l'opinion mixte que j'admettais en 1875 était l'expression de la vérité: cela importait d'autant plus que la connaissance exacte de ce point de physiologie devait permettre d'interpréter les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement postembryonnaire.

» Si les nymphes de Muscides ne se prêtent pas facilement à l'observation directe, il n'en est pas de même des nymphes de Syrphides. La plus grande durée du développement laisse mieux saisir les différents stades de la métamorphose; le plus grand volume des animaux, la résistance plus grande des pupes, la présence de cornes stigmatifères rendent le maniement plus aisé; ce sont autant de conditions favorables à l'étude.

» Pour corroborer les recherches que j'avais faites antérieurement sur les nymphes des Volucelles, je me suis attaché, ce printemps, à suivre le développement d'un autre Diptère appartenant également à la famille des Syrphides, l'*Eristalis æneus;* cela m'a permis d'établir un parallèle intéressant.

» Chez la *Volucella zonaria*, le développement postembryonnaire est relativement lent et peut, suivant la température, se faire en 52, 46 ou 42 jours (température moyenne, 12°,1) ou bien en 25 ou 24 jours (température moyenne, 20°,1); chez l'*Eristalis æneus*, l'évolution postembryonnaire est plus rapide et s'effectue généralement en 14 jours (température moyenne, 15°).

» Lorsque les larves dec es Syrphides, ayant perdu la faculté de se déplacer, se sont immobilisées, à travers le tégument débarrassé par lavage

de tous les corps étrangers, on aperçoit pendant quatre jours les battements du cœur, dont les mouvements sont très réguliers. Quand le tégument se durcit, il devient opaque et s'isole du corps de la nymphe pour constituer la pupe; le phénomène cesse d'être visible; mais alors du cinquième au sixième jour en moyenne chez la Volucelle, le quatrième jour chez l'Eristale, apparaissent les cornes stigmatifères qui vont nous fournir un point d'appui pour retirer directement les nymphes de leurs pupes. Si l'on extrait adroitement ces nymphes sans les blesser, on peut, à travers leur enveloppe d'une grande minceur et d'une transparence parfaite, compter facilement les pulsations du vaisseau dorsal dans l'abdomen. On peut ainsi observer les mouvements rythmiques du cœur chez la Volucelle jusqu'au onzième jour, chez l'Eristale jusqu'au huitième jour; mais chez la première, quand arrive le douzième jour de repos, sixième jour après l'apparition des cornes stigmatifères; chez la seconde, quand survient le neuvième jour de repos, cinquième jour après la sortie des cornes stigmatifères, *on constate que les battements du cœur ont complètement cessé*. Si l'on continue à ôter les nymphes de leurs pupes, on voit que chez une Volucelle du quinzième jour, du vingt-neuvième jour, du trente-septième jour, les pulsations ont repris leur régularité, — dans ce dernier cas, on peut en compter plus de 60 par minute; — que chez une Eristale du dixième jour les pulsations commencent à se manifester à nouveau, à intervalles très irréguliers, et que du onzième au quatorzième jour, époque de l'éclosion, elles s'effectuent avec une grande régularité.

» Le cœur continue donc à battre pendant qu'ont lieu les phénomènes d'histolyse et alors que commencent à se manifester les phénomènes d'histogénèse, car le douzième jour chez la Volucelle, le neuvième jour chez l'Eristale après la perte du mouvement, on peut apercevoir, à travers les téguments, les deux grands muscles abaisseurs des ailes qui sont déjà constitués, et reconnaître, par la dissection, les yeux en voie de développement, les facettes étant déjà visibles, etc. La courte période d'arrêt du cœur ne marque donc nullement un intervalle de temps appréciable entre le moment où, dans la nymphe, cesse l'histolyse et commence l'histogénèse; elle correspond au moment où cet organe subit les modifications histologiques qui se manifestent surtout par la constitution d'une région aortique correspondant à la formation du thorax. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'origine et la distribution du phosphore dans la houille et le cannel-coal.* Note de M. AD. CARNOT, présentée par M. Daubrée.

« La présence du phosphore dans les cendres de houille a été remarquée depuis assez longtemps, du moins comme fait accidentel ([1]). MM. Le Châtelier et L. Durand-Claye ont reconnu que ce fait est au contraire très général et ils ont signalé son importance, soit pour la métallurgie, qui peut avoir à redouter l'emploi d'un coke phosphoreux, soit pour l'agriculture, qui pourrait tirer parti de cendres phosphatées ([2]).

» J'ai pensé que l'on pourrait aujourd'hui faire plus que constater la présence du phosphore et qu'il serait possible de se rendre compte de son origine et de son mode de répartition dans les combustibles végétaux, en mettant à profit les récents progrès de la Paléontologie végétale. Tel est le but des recherches que j'ai entreprises et dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats.

» J'ai pris pour point de départ de ce travail une série d'échantillons de houille, que M. Fayol a eu l'obligeance de m'envoyer de Commentry, et parmi lesquels se trouvaient des lentilles de la houille organisée, à cassure brillante, à structure discernable à la loupe, sur laquelle il a si utilement appelé l'attention des savants. M. B. Renault a bien voulu, au moyen de préparations microscopiques, déterminer avec certitude la nature des plantes qui avaient formé ces lentilles.

» Quatre types de végétaux, représentés chacun par deux échantillons différents, ont donné à l'analyse la proportion suivante de phosphore (rapportée à 100 parties de matière) :

	I.	II.
Calamodendron	0,00195	0,00245
Cordaïtes	0,00082	traces.
Lépidodendron	traces.	traces.
Psaronius (Fougère)	0,00271	0,00712

» Un échantillon de *fusain* minéral a donné 0,00399 de phosphore, proportion comparable aux précédentes, ce qui s'accorde bien avec l'hypothèse, d'après laquelle le fusain serait constitué par des plantes, qui se se-

([1]) RIVOT, *Traité de Docimasie.* — PERCY, *Traité de Métallurgie.*

([2]) Société d'encouragement pour l'Industrie nationale, 1873.

raient décomposées à l'air libre, avant de se mêler aux autres débris végétaux qui se sont transformés en houille [1].

» La *houille*, prise en masse, a présenté une teneur variable, mais généralement assez faible :

Grande couche de Commentry	0,00163
Houille des Ferrières	0,01385
Anthracite des marais	0,01467

» Au contraire, la teneur en phosphore s'est montrée considérable dans le *cannel-coal* de Commentry.

	I.	II.
Deux échantillons ont donné	0,04260	0,03912

» Frappé de cette différence avec la houille, j'ai cru intéressant de rechercher si des échantillons de cannel-coal provenant d'autres gisements et d'un autre âge étaient également phosphoreux. Les résultats ont été les suivants :

Cannel-coal du Lancashire	0,02852
Cannel-coal de Wigan	0,02246
Cannel-coal de Newcastle	traces
Cannel-coal de Glasgow	0,00572
Cannel-coal de Virginie	0,02771
Naphtoschiste de la Nouvelle-Galles du Sud	0,01956
Bog-head d'Autun (exempt d'écailles de poissons)	traces
Bog-head du Frioul (Autriche)	0,06275

» Tous les premiers appartiennent au terrain carbonifère, les deux derniers au terrain permien et à l'étage rhétien (base du lias).

» Les observations microscopiques faites sur des plaques minces de cannel-coal conduisent à se représenter cette substance comme formée par l'accumulation de parcelles végétales décomposées, de nature très diverse; mais on y aperçoit, le plus souvent, un nombre considérable de spores ou de grains de pollen, d'ailleurs très irrégulièrement disséminés (M. Renault). J'ai pensé que la présence de ces germes était peut-être la cause à laquelle il convenait d'attribuer la proportion élevée, mais irrégulière, du phosphore dans le cannel-coal.

» Deux sortes d'observations paraissent confirmer cette hypothèse.

» D'une part, les deux seuls échantillons presque dépourvus de phosphore, examinés au microscope, se sont également montrés exempts de spores.

---

(1) M. Grand'Eury, *Annales des Mines*, t. I, p. 113; 1882.

» D'autre part, l'analyse des spores ou du pollen de quelques végétaux modernes, appartenant aux mêmes familles que les plantes houillères, m'a prouvé que ces matières étaient beaucoup plus riches en phosphore que les plantes elles-mêmes.

» Diverses Fougères ont présenté les proportions suivantes :

» 0,12714 dans les spores du *Lastræa filix mas;*

» 0,07824 dans les spores et sporanges du *Polystichum aculeatum;*

» 0,09454 dans les spores et sporanges de l'*Osmunda regalis.*

» Or on sait, par une analyse de Berthier ([1]), que la Fougère sèche contient, pour 100, seulement 0,009 ou 0,010 de phosphore.

» Le *Lycopode*, humble représentant actuel de l'importante classe à laquelle appartenaient les *Lepidodendron,* les *Sigillaria,* les *Sphenophyllum*, etc., fournit des spores qui renferment 0,22820 de phosphore.

» Enfin, la *Ceratozamia mexicana*, appartenant à la famille autrefois très nombreuse des Cycadinées, a donné :

» 0,28851 de phosphore dans les grains de pollen;

» 0,11899 dans leurs enveloppes, qui avaient été, par tamisage, plus ou moins bien séparées du pollen.

» Il est naturel d'admettre que les spores et le pollen des végétaux houillers ont dû être, comme dans les plantes analogues actuelles, incomparablement plus riches en phosphore que le bois, les écorces, les racines ou les feuilles des mêmes plantes et qu'ils ont dû contribuer à élever très sensiblement la teneur en phosphore des matières où ils se sont accumulés.

» Tel est spécialement le cas du *cannel-coal,* où le grand nombre des spores et sporanges est révélé par le microscope.

» Quant à la houille, elle en contient beaucoup moins en général, en même temps qu'elle est moins phosphoreuse. Mais il peut y avoir, à cet égard, de grandes différences d'un point à l'autre. En observant la tranche d'une couche de houille, on y reconnaît souvent l'existence de veines alternativement ternes et brillantes, provenant sans doute, les unes de l'accumulation de feuilles et de débris de toute sorte, les autres de la transformation des bois, écorces ou racines des grands végétaux houillers. En essayant séparément ces deux sortes de houille, prises pour ainsi dire côte à côte dans un même échantillon provenant de la couche des grès noirs de Commentry, j'ai trouvé dans l'une 10,5 pour 100 de cendres et 0,00815

([1]) BERTHIER, *Essais par la voie sèche*, t. I, p. 256.

de phosphore, dans l'autre 3,8 pour 100 de cendres et 0,00326 de phosphore. »

PHYSIQUE. — *Sur la variation, avec la pression, de la température à laquelle se produit la transformation de l'iodure d'argent.* Note de MM. **Mallard** et **Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'iodure d'argent passe, à 146°, comme nous l'avons constaté [1], de la symétrie hexagonale, qu'il possède à la température ordinaire, à la symétrie cubique. Cette transformation, qui est réversible, est accompagnée d'une absorption de chaleur que nous avons évaluée à $6^{Cal},8$ pour l'unité de poids. Elle s'accompagne, en outre, comme l'a observé M. Rodwell [2], d'une contraction qui, d'après ce savant, serait de 0,0157 par unité de volume.

» Le phénomène est donc analogue au changement d'état de la glace à 0°, qui s'accompagne aussi d'une contraction de volume. On en conclut qu'un accroissement de pression doit abaisser la température de la transformation de l'iodure, comme il abaisse le point de fusion de la glace, et que, même sous une pression suffisante, cette transformation doit pouvoir se produire à la température ordinaire.

» Nous avons vérifié l'exactitude de cette conclusion en profitant d'un appareil établi par l'un de nous pour étudier les propriétés des ciments et auquel il a adapté un mode d'enregistrement. Une presse à vis permet d'exercer une pression considérable sur un corps contenu dans un petit cylindre en acier de faible diamètre (3^{mm}). La pression, réduite dans un rapport convenable, est mesurée par un manomètre Bourdon à tube elliptique recourbé en hélice, du genre de celui que nous avons utilisé dans nos recherches sur les températures de combustion. Cette pression est enregistrée, par un style fixé au manomètre, sur une feuille de papier mobile dans le sens vertical et dont le mouvement est proportionnel à l'abaissement de la vis comprimante.

» Si l'on tourne cette vis, sans mettre dans le petit cylindre aucun corps étranger, on exerce une pression graduellement croissante, en même temps que la vis s'abaisse en vertu de la compressibilité des pièces de l'ap-

(1) *Comptes rendus*, XCVII, 102; 1883.

(2) *Proceed. Roy. Soc.*, 25, 284 (1876-77).

pareil. Le style du manomètre trace alors sur le papier une ligne sensiblement droite et inclinée sur la verticale.

» Si l'on introduit dans le cylindre une certaine quantité d'iodure d'argent, et si l'on comprime, le style trace d'abord une ligne d'une inclinaison régulière; puis, lorsque la pression est assez élevée, la transformation de l'iodure se produit, le cylindre d'iodure se contracte et la vis peut s'abaisser sans que la pression augmente, ou plutôt, pour un abaissement donné de la vis, l'augmentation de pression est beaucoup plus faible qu'elle n'était auparavant; la courbe tracée par le style se rapproche donc de la verticale. Au bout d'un certain temps, la transformation est complète et le style reprend sa marche normale. Le phénomène, d'ailleurs, est troublé, pendant cette période de compression, par le frottement considérable exercé sur les parois du cylindre d'acier et qui s'oppose à la libre transmission de la pression.

» Lorsqu'on décomprime en faisant tourner lentement la vis en sens inverse, le phénomène inverse se produit, mais avec beaucoup plus de netteté, parce que l'iodure, pour se dilater, peut aisément détacher le fond mobile du cylindre dans lequel il est enfermé (1).

» On constate, pendant cette période de décompression, que le changement d'état de l'iodure d'argent se produit, à la température de 20°, sous une pression de 2475^{kg} par centimètre carré environ.

» L'iodure d'argent, à la température de 20°, possède donc la symétrie cubique sous la pression de 2475^{kg} par centimètre carré et sous toutes les pressions supérieures, tandis qu'à la même température, et sous toutes les pressions inférieures, il a la symétrie hexagonale.

» On peut aisément apprécier, avec quelque exactitude, la variation de volume qui accompagne la transformation sous cette pression et à cette température. Il suffit de mesurer sur le diagramme la distance verticale comprise entre les deux points de la courbe du style qui correspondent au commencement et à la fin du phénomène. Cette longueur est dans un rapport déterminé avec la variation de la hauteur du cylindre d'iodure. On mesure ensuite cette hauteur augmentée dans le même rapport, et enregistrée par le même appareil, sur un diagramme spécial, en posant le cylindre sur la platine de l'appareil et mettant successivement la partie infé-

(1) La courbe tracée par le style peut facilement être projetée pendant l'expérience même. On pourrait s'en servir dans les cours publics, pour démontrer la relation qui lie à la pression les changements d'état des corps.

rieure de la tige de la vis en contact avec la base supérieure du cylindre et avec la platine.

» Nous avons trouvé ainsi que la contraction de l'unité de volume est égale à 0,16, à $\frac{1}{40}$ près de la valeur.

» Cette contraction est près de dix fois plus considérable que celle qui accompagnerait, d'après M. Rodwell, la transformation de l'iodure à 146° et sous la pression atmosphérique.

» Il est vrai que, si l'on appelle δ la contraction du volume de 20° à 146°, Δ_{146} la contraction qui accompagne la transformation à 146°, δ' la contraction que subirait l'iodure cubique si on le ramenait de la température de 146°, sous la pression de 2475^{kg}, à la température de 20° sous la même pression, enfin Δ_{20} la contraction qui accompagne la transformation à 20° sous cette pression, on doit avoir

$$\Delta_{20} = \Delta_{146} + \delta + \delta'.$$

» On ne connaît exactement ni δ ni δ', mais on peut avoir une idée de leur grandeur. D'après les expériences de M. Fizeau, on doit avoir $\delta = 0,0007$ environ. Quand à δ', qui est la dilatation de l'iodure cubique, elle doit être du même ordre de grandeur que la dilatation du bromure cubique d'argent. Entre 0° et 100° la dilatation linéaire du bromure d'argent est égale à 0,0035 et celle du chlorure égale à 0,0033. Cela donnerait pour δ' une valeur égale à 0,015, et l'on aurait $\delta + \delta' = 0,016$ environ.

» On ne peut donc pas expliquer ainsi l'écart considérable qui existe entre notre résultat et celui de M. Rodwell.

» Nous avons d'ailleurs cherché, non pas à mesurer avec précision, mais à apprécier l'ordre de grandeur de la contraction Δ_{146}, en suivant les variations, avec la température, de la colonne d'un thermomètre dans la boule duquel était introduit un cylindre d'iodure. Nous avons mesuré ains une contraction $\Delta_{146} = 0,11$ environ. Ce nombre, qui n'est certainement pas rigoureusement exact, mais qui doit s'approcher de la vérité, est du même ordre de grandeur que celui que nous avons trouvé pour Δ_{20}.

» M. J. Thomson a établi, pour les changements d'état, la formule bien connue

$$\frac{L}{T} = \frac{1}{E}(v' - v)\frac{dp}{dT}.$$

» Malheureusement elle ne s'applique que pour des variations très petites de la pression et de la température, ce qui n'est pas le cas de nos expériences. Si cependant on essaye d'appliquer la formule en se servant des nombres

que nous avons déterminés pour $v' - v$ et L, on trouve que, à la température de 20° et sous la pression de 2475^{kg}, on devrait avoir

$$v' - v = 0,000047.$$

Nous avons trouvé 0,00028. Les nombres ne sont pas d'accord, comme on doit s'y attendre, mais ils sont au moins du même ordre de grandeur. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de la lumière sur la respiration des tissus sans chlorophylle.* Note de MM. **G. Bonnier** et **L. Mangin**, présentée par M. Duchartre.

« Dans nos recherches physiologiques sur les Champignons [1], nous avons été amenés à entreprendre l'étude de l'influence qu'exerce la lumière sur la respiration. Une nouvelle série de recherches sur la respiration des tissus sans chlorophylle nous a permis de reprendre cette étude et de généraliser nos conclusions.

» Quelques expériences, faites sur les graines en germination, paraissaient devoir être interprétées comme fournissant un résultat contraire à celui que nous avions trouvé pour les Champignons [2]; il fallait donc observer à ce point de vue la germination des graines. D'autre part, certaines Phanérogames sans chlorophylle avaient donné des résultats douteux [3]. Aussi avons-nous recherché l'influence de la lumière sur la respiration, non seulement des graines germant, mais encore des Phanérogames sans chlorophylle, des plantes étiolées, des rhizomes, des racines, de certaines fleurs, etc.

» Dans ce but, nous nous sommes servis à la fois de l'appareil à atmosphère confinée, avec analyse volumétrique des gaz, et de l'appareil à renouvellement d'air continu, avec analyses par les liqueurs titrées [4].

» Citons quelques résultats :

1° *Graines en germination* (Fève); temp., 19°.

	CO^2 dégagé.	O absorbé.
Obscurité..............	2,04	3,74
Lumière................	1,81	3,12
Obscurité..............	2,03	3,94

---

(1) G. Bonnier et L. Mangin, *Comptes rendus*, 9 avril 1883.

(2) *Voir* le travail de M. Pauchon (*Annales des Sciences naturelles*, 6e série, t. X).

(3) Drude, *Biologie von* Monotropa, p. 57; 1873.

(4) Voir *Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 6e série, t. XVII, p. 221.

2° *Plantes sans chlorophylle* (Monotropa).

	CO^2 dégagé.	O absorbé.	Température.
Obscurité	1,67	2,32	19°
Lumière	1,38	1,82	19
Obscurité	1,50	2,16	17,5

3° *Plantes étiolées* (Lin.). Temp., 15°.

	CO^2 dégagé.
Obscurité	21 mmg
Lumière	16
Obscurité	21

» Les résultats obtenus dans l'étude des rhizomes, des racines et des fleurs sans chlorophylle concordent avec les précédents.

» On voit donc que, d'une manière générale, la lumière exerce une action retardatrice plus ou moins intense sur la respiration des tissus sans chlorophylle. Nos recherches montrent en outre que cette action retardatrice a la même valeur pour l'acide carbonique émis et pour l'oxygène absorbé, d'où nous pouvons tirer les conclusions suivantes, pour tous les tissus sans chlorophylle :

» 1° *La lumière solaire, directe ou diffusée, atténue plus ou moins, toutes les autres conditions égales d'ailleurs, l'intensité de la respiration.*

» 2° *Pour les mêmes individus, le rapport* $\frac{CO^2}{O}$ *du volume de l'acide carbonique émis au volume de l'oxygène absorbé est le même à la lumière et à l'obscurité.*

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures un quart. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 juillet 1884.

Œuvres complètes de Laplace, publiées sous les auspices de l'Académie des Sciences par MM. les Secrétaires perpétuels, t. VI. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4° cartonné.

Rapport présenté à M. le Ministre du Commerce par l'Académie de Médecine sur les vaccinations pratiquées en France pendant l'année 1882. Paris, Imp. nationale, 1884; in-8°. (Trois exemplaires.)

Préfecture de la Seine. Secrétariat général. Service de la Statistique municipale. Annuaire statistique de la ville de Paris; année 1882. Paris, G. Masson, 1884; in-8°.

Société d'Histoire naturelle de Toulouse; 17e année, 1883; 18e année, 1884, janvier à mars. Toulouse, imp. Durand, Fillous et Lagarde, 1883-1884; in-8°.

Sur la détermination des rivulaires qui forment des fleurs d'eau; par MM. Ed. Bornet et Ch. Flahault. Paris, imp. Bourloton, 1884; in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France.*)

La Sténo-télégraphie; par G.-A. Cassagnes. Paris, imp. Chaix, 1884; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 juillet 1884.

F. Journet. *L'Australie*. Paris, J. Rothschild, 1885; in-8°.

Arrachements dans les établissements industriels. — Plaies par peignes de filature. — Etude sur les plaies des ouvriers en bois. — Plaies par éclatement. — Plaies par usure. — Note sur un cas de cysticerque du sein. — Note sur le traitement de la pseudarthrose du tibia; par le Dr Guermonprez. Lille et Bruxelles, 1883-1884; sept br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Du procédé de la cravate dans les luxations anciennes de l'épaule; par le Dr A. Voreux. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Le choléra de 1865 *à l'asile public d'aliénés de Marseille. Traitement par le sulfate de cuivre. Rapport à M. le Sénateur, chargé de l'administration du dé-*

partement des Bouches-du-Rhône; par le D[r] E. LISLE. Marseille, Camoin, 1866; br. in-8°.

Du cuivre contre le choléra et la fièvre typhoïde; par V. BURQ. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1884; in-8°.

Du choléra; par le D[r] RÉZARD DE WOUVES. Paris, A. Delahaye, 1868; in-8°. (Ces trois derniers Ouvrages sont renvoyés au Concours Bréant.)

Sur la valeur morphologique de la trompe d'Eustache. — Sur les spondylocentres épipituitaires du crâne; par M. le prof. P. ALBRECHT. Bruxelles, A. Manceaux, 1884; 2 br. in-8°.

L.-C.-E. VIAL. *La chaleur et le froid*. Paris, J. Michelet, 1884; in-8°.

Annaes do observatorio do Infante D. Luiz, 1880-1881, vol. XVIII-XIX. Lisboa, Imp. nacional, 1883; 2 vol. in-4°.

Postos meteorologicos. Annexos aos « Annaes do observatorio do Infante D. Luiz », 1878. Lisboa, Imp. nacional, 1883; in-4°.

Mémoires du Comité géologique de Saint-Pétersbourg, vol. I, n° 2. Saint-Pétersbourg, 1884; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 JUILLET 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Règle de Newton-Sylvester. Suite à deux précédentes Communications* (¹); par M. DE JONQUIÈRES.

« X. En appliquant la règle Newton-Sylvester à la recherche d'une limite inférieure du nombre des racines imaginaires que possède une équation algébrique numérique donnée, on peut accidentellement rencontrer deux cas singuliers d'indétermination. Je veux parler :

» 1° De celui où plusieurs termes *consécutifs* manquent dans l'équation (car l'absence d'un ou de plusieurs termes *non consécutifs* ne donne lieu à aucune incertitude);

» 2° De celui où une ou plusieurs des *fonctions quadratiques* qui interviennent dans l'opération sont *identiquement* nulles.

» Il n'y a point à s'arrêter au premier cas, car la règle précise posée par Newton, en ce qui le concerne, et qui revient à affecter aux coefficients

(¹) Voir *Comptes rendus* des séances du 14 et du 21 juillet 1884.

nuls, ou plutôt à écrire sous ces coefficients des signes alternatifs — et +, propres à produire le plus grand nombre possible de *variations*, concorde avec un théorème bien connu [1]. Mais il n'en est pas de même du second cas, qui paraît avoir été encore peu étudié. Newton se borne à donner, sans commentaire aucun, un exemple numérique où cette exception se rencontre, et il tranche la question, *ipso facto*, en écrivant le signe — sous le terme ambigu, ce qui lui fournit l'indication de deux racines imaginaires, tandis que l'adoption du signe + aurait eu pour effet de n'en signaler aucune dans une équation qui en possède quatre.

» XI. D'après cet exemple, on pourrait être tenté de croire qu'en pareil cas il faille toujours attribuer au terme ambigu, soit le signe —, comme l'ont écrit les rédacteurs de l'*Algèbre posthume de Maclaurin* [2], soit le signe qui produit le *plus grand nombre de variations* dans la suite (G), comme le supposent d'autres auteurs.

Je dirai dans un instant quelle est la vraie règle à suivre, mais je veux auparavant montrer qu'en suivant l'une ou l'autre des deux directions qui précèdent, on ferait fausse route.

» Pour fixer les idées, soit d'abord l'équation très simple

Fractions multiplicatrices		$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$		
Équation proposée	x^3	$-3x^2$	$+3x$	-1	$= 0,$
Signes de la *suite* (G)	$+$	$\pm$	$\pm$	$+$	

où le cas ambigu se présente deux fois. Si l'on prenait le signe — sous le second terme, ou sous le troisième, ou sous les deux, la suite (G) indiquerait deux racines imaginaires dans une équation qui, manifestement, a ses trois racines réelles. On a donc là un avertissement que les deux préceptes ci-dessus ne sauraient être adoptés.

» Comme l'on ne demande à la Règle de Newton que d'indiquer une limite inférieure du nombre des racines imaginaires de l'équation, on serait bien assuré de ne lui faire donner aucun pronostic erroné, en adoptant le principe qu'en cas d'ambiguïté on prendrait toujours celui des deux signes + ou — qui donnerait lieu au *moindre nombre* de variations de signes dans la suite (G).

---

(1) Consulter notamment l'article précité de M. Guilmin dans le t. V (1846) des *Nouvelles Annales de Mathématiques*, p. 239.

(2) *A Treatise of Algebra in three parts*, etc., *by Colin Maclaurin, the third edition. London*, 1773. Le précepte dont il s'agit y est formulé, page 274, en ces termes : ... *but if that product is not greater than the rectangle, write...*, etc.

» Mais cette conclusion, qu'on pourrait appeler *timorée*, ne ferait pas rendre à la Règle de Newton tout ce qu'elle peut donner rigoureusement.

» Soit, par exemple, l'équation

Fractions multiplicatrices		$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	
Équation proposée............	$3x^5$	$-\,8x^4$	$+\,20x^3$	$-\,25x^2$	$+\,22x$	$-\,12 = 0.$
Signes de la suite (G)..........	$+$	$-$	$\pm$	$-$	$-$	$+$

» Il y a ambiguïté sous le troisième terme et si l'on adoptait le signe $-$, d'après la solution *prudente* qui vient d'être énoncée, la suite (G) indiquerait deux racines imaginaires au moins, tandis que le signe $+$ annoncerait les quatre que possède l'équation.

» XII. Les principes sur lesquels repose la méthode Sylvester permettent heureusement de trancher la difficulté. On pourrait d'abord calculer, dans chaque cas particulier, la valeur de la fonction quadratique ambiguë, en donnant une valeur autre que $-m$ (mais non comprise entre -1 et $-m$) à l'indéterminée μ qui entre dans la composition des fractions multiplicatrices dont cette méthode fait usage. Cette valeur, qui était nulle quand μ était égal à $-m$, serait alors différente de zéro, et le signe de la fonction ambiguë se trouverait déterminé. Mais, sans recourir ainsi à la méthode Sylvester pour résoudre *chaque* cas en particulier, il est aisé d'en tirer une règle générale, propre à tous les cas.

» En effet, si l'on prend pour valeur de μ, dans l'expression des *fractions multiplicatrices* de Sylvester, qui est $\gamma_r = \frac{\mu + r - 1}{\mu + r}$ (r désignant le rang de la fonction quadratique $f_r^2 - \gamma_r . f_{r-1} . f_{r+1}$, compté à partir de la première dérivée f', dans l'ordre ascendant des dérivations), une quantité $-(m + \varepsilon)$, différente de celle, $-m$, qui correspond à la Règle de Newton (et par conséquent donne lieu, simultanément, aux mêmes cas d'ambiguïté), mais d'ailleurs compatible avec les conditions de la question et notamment avec celle qui exige que μ ne soit pas compris entre -1 et $-m$, il est évident que les valeurs de ces fractions ne feront que *décroître* au fur et à mesure que ε croîtra. En d'autres termes, si petit qu'on fasse ε, les valeurs de ces fractions, comparées à ce qu'elles étaient pour $\mu = -m$, seront devenues moindres après le changement de μ. En particulier, la fraction γ_r, qui rendait le produit $\gamma_r . f_{r-1} . f_{r+1}$ égal à f_r^2, sera devenue $\gamma'_r < \gamma_r$, et, par suite, on aura

$$f_r^2 > \gamma'_r . f_{r-1} . f_{r+1}.$$

Donc enfin, dans le cas singulier dont il s'agit, quel que soit le nombre de fois qu'il se présente, consécutivement ou non, dans la *suite* des fonctions quadratiques,

» *C'est toujours le signe + qu'il faut prendre comme signe de la fonction ambiguë.*

» Cette conclusion, en ce qui touche à la limite inférieure du nombre des racines imaginaires de l'équation, n'est d'ailleurs pas sujette à l'objection que le changement effectué dans la valeur de μ et qui a déterminé le signe de la fonction ambiguë *pourrait* produire des changements de signes parmi quelques-unes des autres fonctions quadratiques. Car ces changements, s'ils avaient lieu, n'auraient jamais pour effet de substituer un signe — à un signe + préexistant, donc de troubler, dans le sens d'un exhaussement exagéré de la limite cherchée, l'indication donnée par l'affectation du signe + au terme ambigu, ni même d'établir une compensation dans le cas où la limite s'en serait trouvée abaissée.

» Le précepte ci-dessus démontré concorde avec celui que, dans le cours de sa démonstration du théorème Sylvester, M. Genocchi énonce, sans explications, en ces termes : « Tous les raisonnements qui précèdent » subsistent, si quelques-unes des fonctions sont *identiquement* nulles ; *il suffit qu'elles soient censées positives* (¹) ».

XIII. Ainsi se trouve éclairci le cas douteux auquel j'ai fait allusion dans ma dernière Communication. Rien ne s'oppose donc à ce que la Règle de Newton, si éminemment pratique, s'introduise dans l'enseignement (²), sauf peut-être à n'en pas rendre la démonstration *obligatoire*, si elle est jugée un peu longue et difficile.

(¹) *Nouvelles Annales de Mathématiques* (1867), t. VI, 2ᵉ série, p. 13, lignes 3 et suivantes.

(²) On pourrait alors simplifier, comme il suit, l'énoncé de la Règle :

Règle de Newton. — Étant donnée l'équation algébrique numérique

$$A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + A_2 x^{m-2} + \ldots + A_r x^r + \ldots + A_m = 0,$$

on calculera les valeurs numériques de la fonction quadratique

$$\lambda_r . \overset{-2}{A_r} - A_{r-1} . A_{r+1} \quad (r = 0, 1, 2, \ldots, m),$$

et l'on écrira sous le terme $A_r x^r$ le signe + si la valeur de la fonction est positive ou nulle, le signe — si elle est négative, et le signe + sous les termes $A_0 x^m$ et A_m.

Autant cette *suite* de signes présentera de variations, autant, *au moins*, l'équation aura de racines imaginaires.

Le coefficient λ_r a pour expression $\lambda_r = \frac{r(m-r)}{r(m-r)+m+1}$.

» A cet égard, il ne me semble pas inutile de placer ici, en terminant, un exemple (numérique en ce qui concerne l'exposant m) qui aidera à mieux comprendre certains points de la transition entre la méthode de Sylvester et celle de Newton.

» Soit donc $m = 7$ dans l'équation ci-dessus.

» Les *fractions multiplicatrices* de Newton (dont il suffit d'ailleurs de calculer la première moitié, puisqu'elles se reproduisent toujours en ordre inverse dans la seconde moitié) sont, dans ce cas,

$$\tfrac{3}{7},\ \tfrac{5}{9},\ \tfrac{3}{5},\ \tfrac{3}{5},\ \tfrac{5}{9},\ \tfrac{3}{7}.$$

L'une quelconque des fonctions quadratiques dont on a ensuite à déterminer le signe, la deuxième par exemple, se présentera sous la forme

$$\tfrac{5}{9}.A^2 - A_1 A_3.$$

Il s'agit de montrer qu'on arrive au même résultat, à un facteur numérique près, en faisant usage de la méthode Sylvester.

» Les fractions multiplicatrices y sont données par la formule

$$\gamma_r = \frac{m+1-r}{m-r},$$

car, pour passer de cette méthode à celle de Newton, il faut y faire d'abord l'indéterminée μ égale à $-m$. Ces fractions, qu'il faut calculer toutes, sont donc

$$\tfrac{7}{6},\ \tfrac{6}{5},\ \tfrac{5}{4},\ \tfrac{4}{3},\ \tfrac{3}{2},\ \tfrac{2}{1}.$$

Quant aux fonctions quadratiques, elles se composent avec les *dérivées* successives de l'équation, dans lesquelles on fait $x = 0$, prises dans l'ordre inverse des dérivations. Donc, ici où l'on a pris la deuxième fonction de Newton, on doit, pour avoir la correspondance cherchée, prendre la $(7-2)^{\text{ieme}}$ ou la cinquième fonction de Sylvester, qui est, en mettant en relief le facteur commun $\overline{2.3.4}^2$,

$$\overline{2.3.4}^2.(5^2 A_2^2 - \tfrac{3}{2}.5.6.A_1 A_3) = \overline{2.3.4}^2.5.9.(\tfrac{5}{9}A_2^2 - A_1 A_3),$$

résultat identique à celui que donne la méthode de Newton, au facteur $2^2.3^2.4^2.5.9$ près. C'est ce qu'il fallait prouver.

» *P. S.* — Le distique

Ortæ a Cartesio, quam Newtonus insuper auxit,
Doctrinæ en! demum, fons et origo patent,

que j'ai attribué au professeur Purkiss, appartient à M. Sylvester lui-même. C'est par ces deux vers qu'il termine l'exposé de sa découverte dans le Mémoire intitulé : « *Syllabus of lecture* delivered at King's college, London, » by J.-J. Sylvester F. R. S., correspondent of the Institute of France; » third issue, with corrections, for the use of the *Mathematical Society* » *of London*, 26 june 1865 (¹) », qui fait partie du volume I des *Proceedings* de cette dernière Société.

» Cette rectification me paraît avoir plus qu'un intérêt d'exactitude historique, car le distique prouve, officiellement en quelque sorte, et contrairement à une opinion partagée par plusieurs personnes, qu'en Angleterre on ne dénie plus à Descartes l'honneur d'avoir découvert la *Règle des signes* qui porte son nom. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Etude sur les déviations du pendule au Mexique*; par M. **Bouquet de la Grye.**

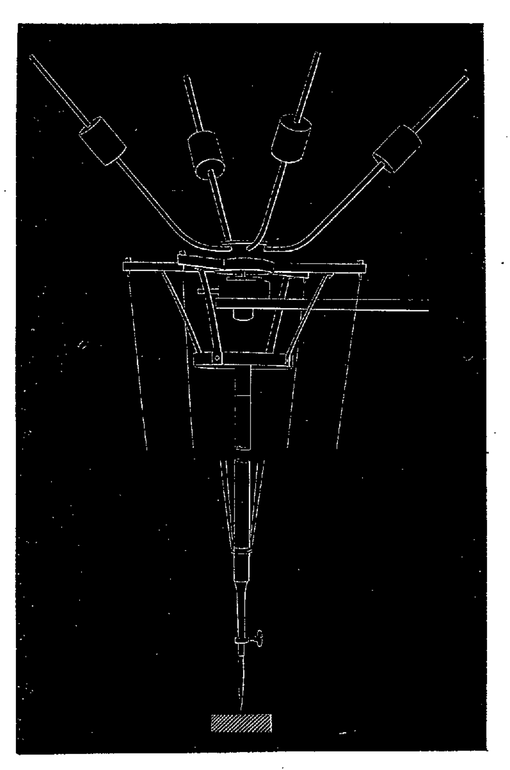
« Pendant le séjour de la Mission du passage de Vénus au fort Loreto, de Puebla, j'ai installé dans la chapelle située au centre des bâtiments du fort un séismographe multiplicateur (²).

» Cet instrument se compose de deux parties : un pendule et une balance multiplicatrice. Le pendule est formé d'un boulet suspendu à un fil d'acier porté par une équerre fixée dans un mur épais. Au bas du boulet est vissée une pièce en cuivre dans laquelle glisse à frottement doux une tige en acier poli dont la longueur est réglée au moyen d'une vis de serrage. La balance dont le dessin ci-contre montre la disposition générale a son couteau remplacé par une pointe d'acier reposant sur une cornaline insérée dans une équerre fixée au mur. Quatre poids compensateurs vissés sur les branches supérieures servent à faire coïncider le centre de gravité de la balance avec la pointe sur laquelle elle repose.

(¹) C'est ce *Syllabus* dont le P. Poulain a donné une traduction, un peu modifiée, dans le t. XI du journal *les Mondes*, p. 17; 1866.

(²) Cet appareil a été construit en 1882 sur mes dessins, par M. Demichel.

» Le contact entre la tige portée par le boulet et la balance se fait en engageant la tige d'acier dans une ouverture triangulaire formée de deux parties taillées en biseau, dont l'une est mobile. Une fois introduite dans cette ouverture, la tige y est maintenue par la pression d'un ressort très faible.



» Les mouvements du boulet sont amplifiés à l'extrémité de la tige verticale de la balance dans le rapport des longueurs des bras de levier, rapport qui peut aller à 100, la rigidité du grand bras étant maintenue au moyen de quatre haubans en fil d'acier très mince.

» Si donc le fil de suspension a une longueur de 10^{m}, une seconde de déviation est représentée à l'extrémité de la tige index par un écart de $0^{m},005$, qui se fait dans une direction inverse de celle du pendule.

» Les résistances dans cet instrument se composent du frottement de glissement de la tige portée par le boulet dans l'étrangloir et de la flexion du fil d'acier.

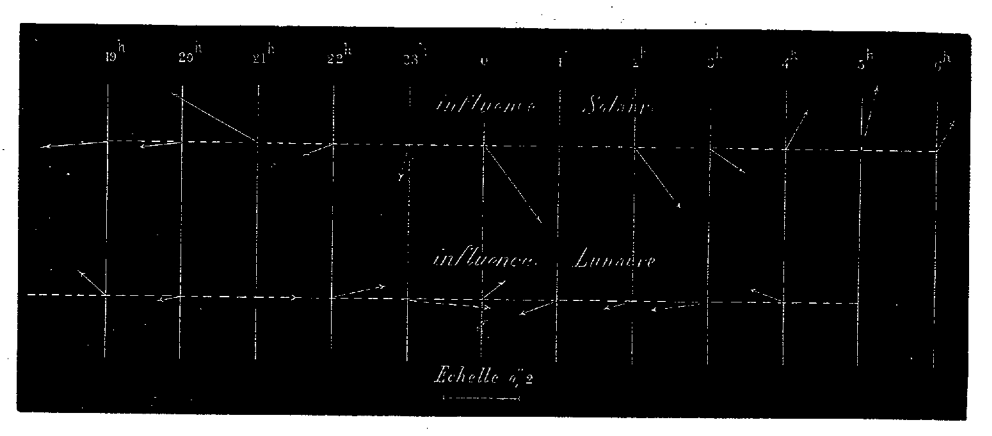
» En prenant les dimensions susmentionnées, pour un écart d'une seconde d'arc, ce glissement a lieu sur une longueur de $\frac{1}{10}$ de micron ; quant

à la résistance du fil d'acier, elle est exprimée en grammes par $\frac{4}{10^3}$; ces deux quantités sont négligeables si le ressort antagoniste de l'étrangloir est ramené à une valeur telle qu'on ait seulement le contact.

» Au point de vue théorique, un pareil instrument est donc susceptible de donner des renseignements intéressants. Examinons ceux qu'il a fournis.

» L'appareil était installé, comme nous l'avons dit en commençant, le long d'un pilier intérieur de la chapelle du fort Loreto. Le pendule avait une longueur de $3^m,60$, la balance multipliait cette longueur par 55,5, c'est-à-dire qu'une seconde d'arc était exprimée par 1^{mm}. Un papier, dont le quadrillage était de 1^{mm}, venait affleurer la pointe de l'aiguille; le tout était garanti des mouvements de l'air par une cage en papier munie de deux fenêtres en talc. On faisait les lectures en se plaçant dans deux azimuts perpendiculaires. L'appareil avait d'ailleurs été réglé de façon à faire passer la direction du fil suspenseur par la pointe de l'aiguille indicatrice et les conditions du milieu étaient telles que la variation diurne de la température de la chapelle n'était que d'un dixième de degré.

» En réunissant l'ensemble des observations, dégagées des mouvements anormaux dont nous parlerons plus loin, on trouve, pour l'influence solaire d'heure en heure rapportée aux mouvements du pendule, les moyennes suivantes, exprimées en centièmes de seconde :



	19h	20h	21h	22h	23h	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h
x....	−17	−11	−23	−6	−1	+15	+8	+12	+8	+4	+3	+3
r....	−1	−1	+12	−3	−9	−18	−4	−14	−6	+10	+17	+6

» Il semble que, le matin et le soir, le soleil repousse le pendule, tandis que vers 23 heures l'influence est attractive.

» Les premiers résultats s'expliquent aisément; les voûtes de la chapelle, qui était orientée S.-O. — N.-E., échauffées le matin, puis le soir, poussent le pendule dans une direction opposée à celle du Soleil; dans le milieu du jour, l'attraction de la masse de l'astre paraît prépondérante, vu la situation du pilier situé loin de la façade.

» En groupant les chiffres suivant les heures lunaires, nous avons les moyennes suivantes, indiquées dans le diagramme ci-contre :

	19^h	20^h	21^h	22^h	23^h	0^h	1^h	2^h	3^h	4^h
x......	-5	-4	$+11$	$+13$	$+21$	$+6$	-9	-7	-12	-8
y......	$+4$	-1	$+0$	$+4$	-1	$+5$	-3	-1	-2	$+4$

» Le pendule est attiré par la Lune, et, comme elle passe près du zénith, les déviations en y sont faibles.

» Trois heures avant et trois heures après le passage de l'astre au méridien l'attraction est d'environ $0'',10$. Ces chiffres, dépassant de beaucoup ceux donnés par la théorie, ne peuvent en l'état la contrôler; le pendule n'avait point pour cela une longueur suffisante, mais il est intéressant de vérifier que le sens du mouvement du pendule change après le passage de la Lune au méridien.

» Le séismographe de Loreto a servi à noter aussi des mouvements anormaux du pendule; ils ont même été fréquents. En 29 jours, 22 oscillations du sol ont été rendues apparentes. En faisant la somme des x et des y de ces écarts, en prenant la déviation dans le sens où elle se fait brusquement, on a

$$\Sigma x = 23'',23; \quad \Sigma - x = 20'',84; \quad \Sigma + y = 21,63; \quad \Sigma - y = 24'',14.$$

» Ces chiffres sont presque égaux, et, comme les coordonnées d'une même oscillation sont généralement de signe contraire, on peut en conclure que la moyenne des mouvements se fait dans la direction N.-O. — S.-E., direction qui est celle de la chaîne du volcan du Popocatepetl.

» Pendant la durée de nos observations, les habitants de Puebla n'ont ressenti qu'une seule secousse de tremblement de terre, le 7 décembre; elle a été assez forte pour faire arrêter notre pendule sidérale.

» Il serait intéressant de poursuivre ces études en enregistrant les mouvements d'un long pendule d'une façon continue dans un observatoire [1]:

[1] M. Breguet a construit sur mes indications, en 1875, et pour un appareil semblable, un enregistreur électrique qui peut donner les valeurs des coordonnées; on peut également, au moyen de la photographie, enregistrer les mouvements de l'aiguille inférieure dans deux sens rectangulaires.

ils fourniraient des notions précieuses sur le mouvement de la croûte terrestre et aussi sur le phénomène des marées. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Remarque relative aux méthodes suivies pour déterminer la température du Soleil.* Lettre de M. **G.-A. Hirn** à M. le Secrétaire perpétuel.

« M. E. Wiedmann, l'un des rédacteurs des *Annales de Poggendorff,* a eu l'obligeance de m'informer que, en 1870, M. Zœllner a donné dans cette publication une méthode pour calculer la température du Soleil, méthode analogue à celle que j'ai fait connaître récemment. Je n'ai pu m'assurer encore si la route que nous avons suivie, chacun de notre côté, est exactement la même; mais, en tous cas, je m'empresse de rendre à M. Zœllner ce qui lui appartient. »

M. **Haton de la Goupillière** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire du travail relatif aux bobines pour l'extraction des mines, dont il l'a entretenue dans sa séance du 2 juin 1884, et qui vient de paraître dans les *Annales des Mines.*

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de M. Mac-Cormick.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 35,

M. d'Andrade Corvo obtient . . . . . . 34 suffrages.

Il y a un bulletin blanc.

M. **d'Andrade Corvo**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

RAPPORTS.

MÉDECINE. — *Rapport sur des Communications récentes relatives à l'épidémie actuelle de choléra.*

(Commissaires : MM. Gosselin, Marey, Bert, Richet, Charcot, Pasteur, Bouley; Vulpian, rapporteur.)

« La Commission chargée, dans la dernière séance, de prendre connaissance des nombreuses Communications, relatives au choléra, qui ont été adressées récemment à l'Académie, s'est mise immédiatement au travail. Elle a examiné un premier dossier contenant plus de 240 lettres qui, pour la plupart (230), proviennent d'Espagne; les autres sont envoyées d'Italie, d'Allemagne, de Russie, d'Amérique et de France.

» Plusieurs de ces lettres (30 au moins) ont pour but de faire savoir à l'Académie que ceux qui les écrivent se croient en possession de remèdes secrets et infaillibles : l'Académie ne peut tenir aucun compte de communications de cette sorte.

» Dans d'autres lettres, très nombreuses, la Commission n'a trouvé que l'indication de modes de traitement semblables ou analogues à ceux qui ont été mis en usage dans toutes les épidémies de choléra : il s'agit d'infusions chaudes (camomille surtout ou thé) additionnées ou non, soit d'eau-de-vie, soit de rhum; de sous-nitrate de bismuth; de préparations diverses d'opium; de morphine, en injections sous-cutanées; de frictions sèches ou avec de l'alcool, d'essence de térébenthine, etc.

» Parfois c'est l'eau froide ou le vin qui sont conseillés. D'autres traitements recommandés ont pour agents principaux les vomitifs (surtout l'huile d'olives jusqu'à effet émétique) et les purgatifs (médecine Le Roy, dans plusieurs lettres). Or, on sait que, dans les épidémies qui ont sévi en France, divers médecins ont préconisé, comme médication générale, les vomitifs et les purgatifs.

» Les moyens excitants internes et externes sont vantés dans certaines lettres; c'est la moutarde à l'intérieur et à l'extérieur ou le gingembre que l'on propose. D'autres personnes conseillent, comme excitants et en même temps comme antiseptiques, l'ail, le soufre, le pétrole, l'essence de térébenthine, la benzine, *intus* et *extra*. On trouve encore mentionnés, comme

agents anticholériques, le chloral hydraté, l'éther sulfurique, le sulfure de carbone, la strychnine, l'acide sulfurique, etc.

» Il paraît inutile de citer un certain nombre d'autres moyens proposés qui paraissent tout à fait déraisonnables : mais nous devons au contraire mentionner encore quelques indications qui procèdent de données scientifiques.

» Ainsi, quelques correspondants croient à l'efficacité du nitrate de pilocarpine en injections hypodermiques. Ils supposent que l'action sudorifique de cette substance déterminerait une dérivation sur l'intestin. Mais il est probable que les glandes sudoripares ne répondraient pas aux provocations de la pilocarpine, à cause de la torpeur extrême de la circulation chez les cholériques, et quand même il y aurait une légère excitation sécrétoire de ces organes, on ne voit pas quelle influence on pourrait exercer ainsi sur une maladie telle que le choléra.

» D'autres correspondants considèrent comme devant produire les meilleurs effets : l'arsenic, le cuivre, l'acide phénique, l'acide salicylique, les vapeurs d'acide hypoazotique. On conseille encore les injections intra-veineuses d'eau pure, ou additionnée de chlorure de calcium ou d'autres sels. Ces divers moyens ont déjà été expérimentés. Les injections intra-veineuses, ou même simplement sous-cutanées, d'eau pure ou contenant en dissolution des sels inoffensifs, ont produit, dans certains cas, des résultats qui sont de nature à encourager de nouveaux essais. L'acide phénique et l'acide salicylique ont été employés aussi et, comme le choléra paraît bien être une maladie produite par des microbes particuliers, sans doute par ceux qu'a découverts M. Koch, ces substances, de même que toutes celles qui peuvent tuer les microbes ou empêcher leur développement, doivent être mises au nombre des agents thérapeutiques dont l'étude s'impose aux médecins pour le traitement du choléra.

» En résumé : remèdes secrets, ou moyens sans aucune valeur, ou agents thérapeutiques déjà essayés, voilà tout ce que contient ce volumineux dossier. La plupart des personnes qui ont adressé ces Communications à l'Académie sont en dehors de la profession médicale et elles n'ont pas produit le moindre fait à l'appui de leurs affirmations. Les quelques arguments allégués dans deux ou trois Lettres sont loin d'avoir le caractère démonstratif que leur attribuent les auteurs.

» La Commission a donc le regret de déclarer qu'elle n'a trouvé dans toute cette correspondance aucun renseignement véritablement utile. »

MÉMOIRES LUS.

CHIRURGIE. — *Sur un nouveau traitement électrique des fibrômes utérins.* Note de M. G. Apostoli.

« Les conclusions générales et caractéristiques de cette nouvelle application de l'électricité sont les suivantes : Aux anciens procédés de traitement électrique des tumeurs fibreuses de l'utérus, caractérisés : 1° par l'emploi de très faibles intensités électriques, manquant de dosage et administrées d'une façon variable et souvent empirique, 2° par le siège souvent vaginal de leur pôle actif, toujours en dehors de la cavité de l'utérus, j'oppose une méthode 1° toujours plus active, puisqu'elle s'élève à des intensités maxima de 100 milliampères, inconnues médicalement jusqu'à présent, 2° toujours intra-utérine. Le moyen de rendre tolérables ces hautes intensités au pôle extérieur ou cutané, c'est d'employer une électrode en terre glaise sur le ventre (que j'ai appliqué dès 1882), pour augmenter la surface et diminuer au maximum la résistance de la peau. Pour intéresser toute l'étendue de la muqueuse intra-utérine, il faut se servir d'un hystéromètre inattaquable en platine, qui se transforme en trocart si le canal naturel n'est pas perméable.

» J'ai ainsi systématisé la thérapeutique électrique des fibrômes :

» 1° En localisant une eschare dans l'utérus, par la voie naturelle ou artificielle;

» 2° En donnant les indications variables de l'eschare positive (hémorrhagie, leucorrhée rebelle), ou négative (dysménorrhée intense, périmétrite additionnelle chronique ou subaiguë), quoique l'une et l'autre puissent alternativement, dans quelques circonstances, être employées sur le même sujet;

» 3° En dosant et en simplifiant le procédé opératoire.

» Si je devais d'un mot synthétiser ma pensée, je dirais que, à mon avis, l'avenir de la gynécologie est dans la thérapeutique *intra-utérine*, sagement administrée. J'apporte aujourd'hui des documents nombreux et précis (plus de cent observations) concernant la régression des fibrômes, et surtout la restauration complète des malades qui en sont atteintes. J'espère pouvoir étendre bientôt le problème à la métrite chronique, par un traitement analogue, ainsi qu'à l'inflammation périphérique subaiguë de l'utérus. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Recherches sur les farines. Répartition de l'acidité et du sucre dans les divers produits des moutures.* Mémoire de M. **Balland**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« *Conclusions.* — **1.** L'acidité est inégalement répartie dans les divers produits des moutures. Les farines en renferment toujours moins que les issues. Les farines retirées des gruaux en contiennent moins que les farines sur blé, et les rebulets et les petits sons plus que les gros sons; le maximum se trouve dans les germes.

» **2.** L'acidité normale des farines, représentée en acide sulfurique monohydraté, paraît osciller entre $0^{gr},015$ et $0^{gr},040$ pour 100, soit 15^{gr} à 40^{gr} par quintal métrique. Ces données correspondent à des farines provenant de blés sains et ayant moins de trois mois de mouture. J'ai montré que, en dehors de ces conditions (blés germés, ancienneté de la farine), l'acidité peut s'élever à 120^{gr}.

» **3.** Les matières sucrées sont en plus forte proportion dans les issues que dans les farines. Dans les farines de mouture récente, elles atteignent, suivant le taux de blutage, $0^{gr},80$ à $2^{gr},20$ pour 100. »

M. E. de **Verneuil** adresse un Mémoire « Sur quelques cas d'immunité phylloxérique et leurs conséquences ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale un certain nombre de nouvelles Communications relatives à divers remèdes contre le choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Album de Statistique graphique de 1883, publié par le Ministère des Travaux publics. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur la machine analytique de Charles Babbage.* Note de M. le général **L.-F. Menabrea.**

« Je prie l'Académie de me permettre de venir ici rappeler à son souvenir un essai de machine qui, il y a déjà bien des années, produisit, lorsqu'il fut annoncé, une grande sensation dans le monde savant : c'est la machine analytique de *Charles Babbage*, qui y consacra une grande partie de sa vie et presque toute sa fortune, et mourut avant d'avoir pu en achever la construction. Il ne faut pas la confondre avec la machine *aux différences* du même auteur, ni avec d'autres machines à calculer plus ou moins perfectionnées. Celle dont il s'agit a une plus grande portée; elle a pour but d'effectuer les opérations analytiques et arithmétiques dont les lois lui sont tracées et d'en imprimer les résultats, en épargnant ainsi à l'homme le travail purement mécanique exigé par ces opérations. Le moment de remémorer l'invention de Charles Babbage semble d'autant plus opportun que l'emploi des machines à enregistrer et à calculer les résultats des observations qui se réfèrent à la Physique et à l'Astronomie tend à se propager. C'est ainsi que le Bureau météorologique de Londres est pourvu d'une série d'ingénieux appareils, dont quelques-uns servent à intégrer, d'autres à calculer même des fonctions trigonométriques, et fournissent des résultats exacts qu'on ne pourrait pas obtenir avec autant de rapidité et de précision par le travail direct de l'homme. La *machine analytique* comprend l'ensemble de telles opérations. On lui donne la formule relative à la question à résoudre; elle la développe, applique les coefficients aux variables, exécute les calculs arithmétiques et donne imprimé le résultat final numérique qui s'y réfère. La machine n'étant pas un être pensant, mais un simple automate, on ne peut rien lui demander qui exige le concours de l'intelligence; aussi les méthodes de tâtonnement ne sont point de son ressort.

» Elle se compose de différentes parties, dont chacune correspond à un ordre déterminé d'opérations. Pour fixer les idées, prenons un exemple très simple, celui du produit des deux binômes

$$(a+bx)(m+nx) = am + (an+bm)x + bnx^2.$$

La première partie de la machine recevra les nombres désignés par a, b, m, n et les transportera dans une deuxième partie, qui est l'opérateur et que Babbage appelle le *mill* (le moulin), où les opérations indiquées s'exécutent;

de là les résultats numériques qui expriment les coefficients des puissances de x passent à une troisième partie, qui est celle des variables, où chaque puissance de x reçoit son coefficient respectif. Toutes ces opérations s'exécutent par la machine, qui agit sous la direction d'un *ordonnateur mécanique* dont j'indiquerai bientôt la nature. Les nombres sont disposés dans des colonnes verticales composées de disques circulaires traversés dans leur centre par un axe vertical, mais pouvant tous tourner indépendamment les uns des autres. Sur le contour de chacun d'eux sont tracés les dix chiffres de l'alphabet arithmétique, et ils représentent successivement les unités, les dizaines, les centaines; de sorte que, en disposant un des chiffres de chaque disque sur une même génératrice verticale de la colonne, on écrit ainsi un nombre quelconque. Dans la machine de Babbage, chaque colonne étant composée de *vingt disques*, on peut, par conséquent, avoir des nombres de vingt chiffres. Les diverses parties de la machine sont composées de colonnes analogues qui peuvent recevoir les nombres tout calculés qui sont d'un emploi usuel.

» J'exposerai maintenant en quoi consiste l'appareil directeur des opérations, soit l'*ordonnateur*.

» L'idée en a été prise à un appareil bien connu, celui de Jacquard, qui sert à la fabrication des étoffes brochées. Puisque, au moyen de cartons troués auxquels correspondent les leviers qui soulèvent les divers fils de la chaîne d'une étoffe, on peut confectionner des dessins variés, l'auteur de la machine analytique a pensé qu'on pouvait appliquer cette même idée à l'exécution d'un calcul. Les formules et leurs développements, convenablement exprimés sur les cartons, sont présentés à la machine qui, étant mise en mouvement, comme dans un métier Jacquard, fait les opérations analytiques et mathématiques qu'on lui demande. Les solutions des problèmes par le moyen de la machine analytique doivent pouvoir s'exprimer sous forme algébrique ou bien en séries convergentes : la règle des signes, le passage par zéro ou l'infini, sont du ressort de la machine.

» La méthode des dérivations d'Arbogast est considérée par Babbage comme très appropriée à ces diverses opérations.

» La rapidité d'exécution qu'on en obtient est telle que Babbage prétendait pouvoir faire avec elle, en *trois minutes*, une multiplication de *deux nombres de vingt chiffres chacun*. Les propriétés de cette machine analytique semblent un peu fantastiques. Eh bien non, Messieurs : elle est en partie construite, et ce qui en existe pourrait être dès aujourd'hui utilisé. Elle appartient au général Babbage, fils de l'auteur. Plusieurs fois il s'est agi

de l'achever, mais on a reculé devant la dépense et devant les difficultés mêmes de l'entreprise, car il faudrait s'y consacrer entièrement, et l'étude n'en est pas facile.

» Au début de ma modeste carrière scientifique, je fus en rapport personnel avec Babbage, qui m'expliqua son système. Je crus l'avoir compris et j'en fis, il y a bien des années, l'objet d'un article dans la *Bibliothèque universelle de Genève*, n° 82, octobre 1842. Ma description fut agréée par Babbage lui-même et fut traduite en anglais dans les *Scientific Memoirs*, vol. III, sans nom de traducteur; mais cette traduction était accompagnée de notes du plus haut intérêt, qui développent d'une manière lumineuse ce que je n'avais pu indiquer que d'une façon incomplète. De prime abord, j'avais cru que Babbage lui-même en était l'auteur; mais, par une lettre du 28 août 1843 que voici (¹), il me détrompa en me donnant le nom de mon mystérieux traducteur, qui n'était rien moins qu'une très noble et très belle dame anglaise, dont le nom sera transmis à la postérité sur les ailes d'un des plus grands poètes de notre siècle : c'était Lady Ada Lovelace, la fille unique de Lord Byron.

» Dans les Notes précitées, on peut voir comment beaucoup de questions qui se rattachent à l'analyse transcendante peuvent être traitées; on y trouve, entre autres, le Tableau des opérations, exécutées par la machine, pour le calcul des nombres de Bernoulli. C'est la traduction sus-indiquée qui, même il y a peu de temps, a servi de base aux discussions qui, plus d'une fois, se sont ouvertes sur la *machine analytique*.

» Puissent ces souvenirs, que j'exhume sur la fin de ma carrière, provoquer l'accomplissement d'une œuvre qui serait précieuse pour la Science et un triomphe pour l'art mécanique, en même temps qu'un hommage

---

(¹) My dear Sir,

I avail myself of the kindness of lady Murray to convey to you a translation with notes of your admirable explanation of the analytical engine. You vill probably have received the rough proofs I sent to Turin by my son and I am now at liberty to give you the name of your fair commentator : she is the countess of Lovelace, the only daughter of your great poet lord Byron.

Should you be in Turin during the short visit of lady Murray, you vill do me a great favor by pointing out to her the scenery most deserving attention in your beautiful country.

Accept, my dear Sir, the sincere expression of my esteem and regard. I am your, etc.

Charles Babbage,
1, Dorset street, Manchester-square, London.

28 august 1843.

rendu à la mémoire d'un homme de génie, de même qu'à celle de la noble dame qui, par son exemple, a démontré que la plus belle moitié du genre humain peut avoir, pour les hautes Sciences, des aptitudes égales à celles de l'autre moitié qui, modestement, veut bien s'appeler le sexe fort. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Nombre exact des variations gagnées ou perdues dans la multiplication du polynôme $f(x)$ par le binôme $x^h \pm \alpha$.* Note de M. D. André, présentée par M. Hermite.

« J'ai fait connaître, il y a six mois, deux théorèmes qui donnent le nombre exact des variations qu'on perd ou qu'on gagne lorsque l'on multiplie un polynôme quelconque $f(x)$ par le binôme $x \pm \alpha$. Je viens de trouver un théorème nouveau, qui comprend les deux précédents, et qui donne ce même nombre lorsque l'on multiplie $f(x)$ par $x^h \pm \alpha$.

» Ce nouveau théorème est susceptible de deux énoncés : l'un *analytique*, analogue à ceux que j'ai donnés déjà, et fondé sur la considération de groupes *élévateurs* ou *abaisseurs*; l'autre *géométrique*, reposant sur la considération d'une ligne brisée que j'appelle le *contour* représentatif du polynôme $f(x)$. Faute de place, je ne donnerai que ce dernier, qui est, dans la pratique, le plus commode des deux, et qui s'étend immédiatement à la multiplication de deux polynômes, entiers et de degrés quelconques, en x et en α.

» Soit $f(x)$ le polynôme à multiplier par $x^h + \alpha$. J'écris l'un sous l'autre, comme si je multipliais, les deux produits partiels de la multiplication de $f(x)$ par $x^h + 1$; puis, je compte le nombre des variations que gagnerait le premier produit partiel, si j'élevais jusqu'à lui les termes du second qui n'ont rien au-dessus d'eux : je trouve ainsi le nombre des *variations inévitables*.

» Quant à l'ensemble des deux produits partiels, abstraction faite des puissances de x, il nous offre, de gauche à droite, une suite de *couples*, constitués chacun par deux coefficients superposés, et qui ne peuvent présenter que ces huit formes :

$$\begin{array}{c|c|c|c|c|c||c|c} +A & -A & 0 & 0 & +A & -A & +A & -A \\ 0 & 0 & +B & -B & +B & -B & -B & +B \end{array}$$

» Les couples des six premières formes ne contiennent chacun qu'un seul des signes + ou — : ce sont les couples de la *première espèce*. Les

couples des deux dernières formes contiennent chacun ces deux signes : ce sont les couples de la *seconde espèce*.

» Pour construire le *contour* représentatif du polynôme $f(x)$, je trace sur un papier : d'abord, une suite d'ordonnées verticales équidistantes, correspondant aux différents couples ; ensuite, tout au bas, une horizontale qui servira d'*axe des abscisses;* enfin, tout au haut, une nouvelle horizontale qui sera la *droite de l'infini.* Sur chaque ordonnée correspondant à un couple de la première espèce, et au point où cette ordonnée coupe la droite de l'infini, je marque le signe unique de ce couple. Sur chaque ordonnée correspondant à un couple de la seconde espèce, et avec une échelle suffisamment petite, je porte, à partir de l'axe des abscisses, une longueur égale au rapport positif $\frac{A}{B}$; et, à l'extrémité supérieure de cette longueur, je marque le signe qui précède A. J'obtiens ainsi un nombre total de points égal au nombre total des couples et marqués chacun d'un signe $+$ ou $-$. Ces points sont les sommets du contour; pour en avoir les côtés, il suffit de joindre le point placé sur chaque ordonnée au point placé sur l'ordonnée suivante. Ces côtés sont de deux sortes : ceux qui joignent deux signes pareils; ceux qui joignent deux signes différents. Pour les distinguer, je trace les premiers en *trait plein*, les seconds en *pointillé*.

» Le contour considéré s'obtient, on le voit, très facilement, très vite, et pour ainsi dire sans calcul. Il dépend évidemment du polynôme $f(x)$, de l'exposant h, du signe qui précède α, mais nullement de la valeur numérique de ce nombre. Pour faire intervenir cette valeur, je tire l'*horizontale* α, c'est-à-dire l'horizontale située à la hauteur α au-dessus de l'axe des abscisses. Cette horizontale coupe, en général, plusieurs côtés du contour, les uns pleins, les autres pointillés, et notre nouveau théorème peut s'énoncer ainsi :

» Théorème. — *Lorsque l'on multiplie le polynôme $f(x)$ par le binôme $x^h + \alpha$, où α est positif, le nombre des variations que l'on gagne est juste égal au nombre des variations inévitables, plus le nombre des côtés pleins coupés par l'horizontale α, moins le nombre des côtés pointillés coupés par cette même horizontale.*

» Si, au lieu de multiplier par $x^h + \alpha$, on multipliait par $x^h - \alpha$, il faudrait, pour construire le contour, se servir des produits partiels de la multiplication par $x^h - 1$. L'énoncé précédent subsisterait alors sans aucune modification.

» Cet énoncé se rapporte d'ailleurs au cas général, c'est-à-dire au cas où l'horizontale α ne passe par aucun des sommets du contour. Dans les cas exceptionnels où elle y passe, l'énoncé précédent exige quelques explications nouvelles, que j'omets ici pour abréger, mais que je donne avec tout le détail nécessaire, en même temps que l'énoncé analytique et que les démonstrations, dans un Mémoire dont la présente Note résume une partie.

» Quoi qu'il en soit, l'énoncé géométrique précédent nous permet, à la vue du contour, et sans calcul : 1° de suivre les changements qu'éprouve le nombre des variations gagnées ou perdues dans la multiplication de $f(x)$ par $x^h \pm \alpha$, lorsque α prend toutes les valeurs depuis zéro jusqu'à $+\infty$; 2° de trouver les régions où α doit être compris pour qu'il se gagne ou se perde un nombre donné de variations; 3° de déterminer les régions où α doit être compris pour qu'il s'en gagne ou s'en perde le nombre maximum.

» Ce dernier point est le plus important dans l'application du nouveau théorème à l'étude des équations algébriques. Supposons, en effet, que le premier membre d'une équation présente ν variations et qu'il en puisse perdre le nombre maximum ω lorsqu'on le multiplie par $x^h + \alpha$, α étant choisi comme le théorème enseigne à le faire. Le nombre des racines positives sera au plus $\nu - \omega$, et, s'il est inférieur à cette limite, ce sera d'un nombre pair.

» Considérons, par exemple, l'équation qui a pour premier membre

$$x^9 + x^8 - 2x^7 - 5x^6 + 16x^5 + 35x^4 - x^3 - 35x^2 + 6x + 315.$$

Ce polynôme, lorsqu'on le multiplie par $x^2 + \alpha$, perd 4 variations toutes les fois que α est compris entre 5 et 6. Il s'ensuit que l'équation considérée n'a aucune racine positive. »

PHYSIQUE. — *Température et pression critique de l'air. Relation entre la température de l'air et la pression de l'évaporation.* Note de M. K. **Olzewski**, transmise par M. Cailletet.

« Comme je l'avais déjà indiqué dans une Note antérieure [1], j'employais comme moyen réfrigérant l'air, dont j'ai obtenu environ 6cc à l'état liquide, et que je soumettais à l'évaporation sous la pression d'une atmosphère, ou même dans le vide. Pour déterminer ces basses températures, j'ai fait une série d'expériences, qui m'ont permis de déterminer la tempé-

[1] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 365.

rature et la pression critique, et quelques températures de liquéfaction de l'air sous d'autres pressions.

» J'ai exécuté ces expériences d'une manière analogue à celle que j'ai décrite pour l'azote, dans une Note précédente. Ayant comprimé d'abord, dans l'appareil de M. Natterer, de l'air qui ne contenait ni acide carbonique, ni vapeur d'eau, je l'introduisais dans un tube de verre refroidi au moyen de l'éthylène, à des températures comprises entre — 142° et — 150° C. Lorsque le manomètre indiquait 50^{atm}, on n'apercevait pas de ménisque, cette pression étant encore supérieure à la pression critique de l'air. Mais, en abaissant lentement la pression jusqu'à $37^{atm},6$, l'ébullition de l'air devenait bien visible, dans la partie du tube qui s'élevait au-dessus de l'éthylène environnant, et on voyait ensuite distinctement le ménisque. Cette pression est inférieure à la pression critique; si l'on fait croître la température de l'air, sa pression croît également, et ce n'est que sous la pression de 39^{atm} que le ménisque disparaît d'une manière complète. En répétant cette expérience, j'ai remarqué cependant que la pression sous laquelle le ménisque disparaît n'est pas aussi constante que celle sous laquelle on constate l'ébullition de l'air liquide; c'est ce que j'ai remarqué également dans mes expériences sur l'azote.

» Voici les résultats que j'ai obtenus pour l'air :

Pression.	Température.
atm.	°
39,0	—140 (1)
33,0	—142
27,5	—146
20,0	—152
14,0	—158,5
12,5	—160,5
6,8	—169
4,0	—176
1	—191,4
Dans le vide	—205

» Il est possible que la température de l'air s'évaporant dans le vide soit encore plus basse; c'est ce que je suppose aussi pour celle de l'oxygène, — 198° C., et pour celle de l'azote, — 213° C., dans des conditions analogues. Si l'on se rappelle que les températures de l'oxygène et de l'azote bouillant sous la pression d'une atmosphère sont — 181° C. et — 194°,4 C.,

---

(1) Point critique.

on voit que la température de l'air sous cette même pression ne diffère que très peu de celle qu'on obtiendrait en la calculant d'après celle de ses éléments constituants; tandis que, si l'on calcule la température de l'air s'évaporant dans le vide, on trouve un chiffre qui diffère bien plus de la température de $-205°$ C. donnée par mes expériences. Ceci montre que l'air liquide n'a pas conservé dans le vide les rapports primitifs de ses éléments, et que l'azote s'en est évaporé en quantité plus considérable. Or, bien que l'emploi de l'air soit plus facile que celui de l'azote, je ne m'en suis servi que dans mes premières expériences sur la liquéfaction de l'hydrogène, parce que j'espérais atteindre une température plus basse au moyen de l'azote. »

MAGNÉTISME. — *Nouvelle méthode pour la mesure directe des intensités magnétiques absolues.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Jamin.

« Je viens d'appliquer à la mesure des intensités magnétiques la récente découverte de M. Lippmann. Mon appareil n'est, pour ainsi dire, qu'une partie de son galvanomètre à mercure. Je le construis de deux manières différentes, suivant qu'il s'agit de mesurer à un centième près, par exemple, de grandes intensités magnétiques, ou, avec la plus grande précision, les faibles intensités.

» Je prépare une cuve de $0^{m},01$ de large et de haut, dont l'épaisseur est voisine de $0^{mm},1$. Elle contient du mercure dans lequel on fera passer un courant variant de 1^{amp} à 3^{amp}. Sur les côtés sont ajustés deux tubes qui s'élèvent verticalement et qui constituent un manomètre; ils ont de 2^{mm} à 4^{mm} de diamètre.

» Dans la première disposition, l'un des tubes s'élève à $0^{m},30$; il est appliqué le long d'une règle graduée en millimètres; l'autre est terminé à mi-hauteur par une cuvette de $0^{m},02$ de diamètre.

» Le mercure arrive d'un côté dans la cuvette, et, d'autre part, en un point marqué O, vers le milieu de la graduation. Lorsqu'on place l'appareil entre les pôles d'un électro-aimant, par exemple, on voit le mercure monter ou descendre dans la grande branche du manomètre, suivant le sens du courant dans la cuve et dans l'électro-aimant.

» Construit dans les meilleures conditions, cet appareil permet de mesurer aisément les intensités magnétiques à vingt unités près (C. G. S).

» Mon second *magnétomètre* est dix fois plus sensible. Il ne diffère du

précédent qu'en ce que la grande branche présente, un peu au-dessus de sa courbure, une seconde cuvette surmontée d'un tube fin dont la hauteur peut atteindre $0^m,80$. Celui-ci contient de l'eau, dont la surface de séparation avec le mercure se trouve vers le milieu de la cuvette. La petite branche n'a que $0^m,10$ de haut.

» Il est aisé de voir que, si le courant qui passe dans la cuve s'élève à 6^{amp} et si le tube n'a que 2^{mm} de diamètre, une unité C. G. S. correspond sur la graduation à $0^{mm},5$.

» Cet appareil est d'un usage très simple et très rapide; il permet de mesurer les intensités magnétiques en unités absolues, pourvu que l'on ait déterminé avec soin l'épaisseur de la cuve. Je l'applique actuellement à l'étude d'un champ magnétique. Je me propose de comparer mes nouveaux résultats à ceux que j'ai obtenus par la méthode de l'induction (de Verdet) ([1]). »

THERMOCHIMIE. — *De la combustion des gaz tonnants en divers états de dilution.* Note de **M. A. Witz**, présentée par M. Desains.

« Mes études sur le cycle des moteurs à gaz tonnant, dont j'ai eu l'honneur de présenter déjà les conclusions à l'Académie ([2]), m'ont conduit à affirmer que l'action de paroi est le grand régulateur des phénomènes explosifs : j'ai démontré en effet que, sous l'influence de la paroi de l'enceinte, la combustion d'un mélange tonnant se ralentit et que, de vive et instantanée, elle devient graduelle et lente, bien avant d'être impossible. Dans les moteurs, le rendement diminue en même temps.

» La dilution d'un mélange tonnant dans une masse de gaz inerte produit un effet analogue à l'action de paroi : on peut énoncer comme une loi que la combustion ne doit pas être ralentie dans les moteurs et que c'est une erreur de la retarder à dessein ; car ce retard entraîne une imperfection du cycle qu'on peut être obligé de subir, mais qu'il ne faut point rechercher.

([1]) Ces appareils ont été construits au laboratoire de recherches physiques de la Sorbonne.

([2]) *Comptes rendus*, 30 avril et 20 août 1883, et *Ann. de Chim. et de Phys.*, 5e série, t. XXX, 1883.

» Dans un mélange formé d'air et de gaz d'éclairage, la combustion est incomplète, dès qu'on dépasse notablement la proportion théorique.

» Cette affirmation, qui vient à l'encontre des opinions émises par quelques savants, avait besoin d'être confirmée par des expériences plus directes : j'ai été amené de la sorte à mesurer la chaleur de combustion d'un gaz tonnant dans des conditions diverses de dilution.

» Je me suis adressé aux gaz de la pile, dont j'ai opéré la combustion à volume constant, par détonation, dans une bombe calorimétrique d'un modèle nouveau.

» Cette bombe, en acier nickelé, d'une capacité de $254^{cc},84$, présente l'avantage de pouvoir être immergée complètement dans l'eau du calorimètre : je la remplis, à la façon d'une éprouvette, sur la cuve à mercure, ce qui me permet de supprimer les robinets et tubes de raccord, qu'on était obligé de tenir en dehors du liquide.

» J'effectue le dosage des gaz dilués à l'aide d'une ampoule à pointe effilée, dans une cloche auxiliaire qui se prête fort bien aux transvasements : le remplissage de la bombe se fait sous la pression de l'atmosphère, à la température du mercure de la cuve.

» Mon calorimètre est une reproduction de celui de M. Berthelot; il réalise donc les conditions les plus parfaites. Le thermomètre dont je me sers a été construit pour moi par la maison Salleron ; chacune de ses divisions correspond à $0^{\circ},01502$ C. Je procède aux observations d'après la méthode de M. Berthelot : en opérant, à l'exemple de cet illustre maître, dans une salle exposée au nord, à température relativement constante, les corrections deviennent très faibles et quelquefois négligeables.

» Or voici les résultats auxquels j'ai été conduit :

Gaz de la pile, saturés, produits par électrolyse d'eau acidulée par l'acide sulfurique à 0° et 760mm.

Chaleur dégagée.	
cal 34,041	(Moyenne de 3 expériences)
34,165	(» 3 »)
34,207	(» 2 »)
Moyenne 34,138	

$$\text{Erreur moyenne} = \sqrt{\frac{\Sigma\delta^2}{n(n-1)}} = 0,055.$$

Gaz de la pile, saturés, produits par électrolyse d'eau acidulée par l'acide phosphorique à 0° et 760mm.

Chaleur dégagée.		
	34,344 cal	(Moyenne de 5 expériences)
	34,127	(» 4 »)
	34,222	(» 6 »)
	34,188	(» 5 »)
	34,312	(» 4 »)
	34,010	(» 3 »)
	34,085	(» 2 »)
Moyenne.	34,184	

Erreur moyenne..... 0,046

» Ces chiffres permettent de juger de la valeur de la méthode employée : inférieurs, il est vrai, à la valeur admise par M. Berthelot, ils peuvent cependant être rapprochés des résultats produits par d'autres observateurs. M. Andrews a trouvé 33cal,808; M. Thomsen, 33cal,179; M. Von Than, 33cal,937; MM. Schüller et Wartha, 34cal,194.

» Quel que soit le chiffre qu'il convient d'adopter, comparons au résultat de mes expériences la chaleur dégagée dans divers états de dilution.

Mélange de 1vol de gaz de la pile, saturés (PhO^5) *avec 2vol d'oxygène saturé, à 0° et 760mm.*

Chaleur dégagée.		
	33,761 cal	(Moyenne de 2 expériences)
	34,009	(» 2 »)
	33,579	(» 4 »)
	34,095	(» 3 »)
	33,381	(» 3 »)
	33,553	(» 2 »)
Moyenne.	33,729	

Erreur moyenne..... 0,114

» Le degré d'approximation de ces expériences le cède aux précédentes; c'est une conséquence inévitable de la dilution.

Mélange de 1^vol *de gaz de la pile, saturés* (PhO^5) *avec* 2^vol *d'acide carbonique, saturés, à* 0° *et* 760^mm.

	Chaleur dégagée.	
	cal	
	33,472	(Moyenne de 2 expériences)
	33,176	(» 3 »)
	33,300	(» 3 »)
	33,706	(» 3 »)
	33,265	(» 3 »)
	33,239	(» 4 »)
	33,589	(» 2 »)
Moyenne.	33,394	
	Erreur moyenne	0,076

» La quantité de chaleur dégagée est manifestement moindre quand les gaz tonnants sont dilués au tiers, et la différence est plus accentuée avec l'acide carbonique qu'avec l'oxygène. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide nitrique, par précipitation à l'état de nitrate de cinchonamine. Application de ce procédé au dosage des nitrates contenus dans les eaux naturelles et dans les plantes.* Note de M. **Arnaud**, présentée par M. Chevreul.

« Le nitrate de cinchonamine est presque insoluble dans l'eau acidulée par 10 à 15 pour 100 d'acide chlorhydrique; il est donc facile de rechercher qualitativement les nitrates en remplissant ces conditions de milieu ([1]); mais, pour le dosage exact, il est impossible d'employer ce moyen, car, en séchant, l'acide se concentre et finit non seulement par attaquer le papier du filtre, mais aussi le nitrate de cinchonamine.

» Après plusieurs essais, j'ai obtenu de très bons résultats, en opérant de la manière suivante :

» Le liquide contenant les nitrates est neutralisé par la soude, s'il est acide, ou par l'acide sulfurique, s'il est alcalin; l'essentiel est d'obtenir une liqueur neutre. On élimine ensuite le chlore des chlorures, s'il y en a, par l'acétate d'argent, dont on enlève le léger excès ajouté par quelques gouttes d'une dissolution de phosphate de soude. On évapore le liquide filtré

([1]) Arnaud et Padé, *Comptes rendus*, 16 juin 1884.

presque à sec; on filtre de nouveau si le liquide n'est pas absolument limpide, on acidule très légèrement par une goutte d'acide acétique étendu, puis on précipite cette liqueur bouillante par dissolution chaude de sulfate de cinchonamine : immédiatement le nitrate de cinchonamine se précipite à l'état cristallin. On laisse reposer pendant douze heures dans un endroit frais, on jette le précipité sur un filtre et on le lave avec une dissolution aqueuse de nitrate de cinchonamine, saturée à la température ambiante, enlevant ainsi l'excès de sulfate de cinchonamine.

» Ce mode de lavage a pour but d'éviter de dissoudre aucune partie du précipité, si faible qu'elle puisse être; en effet, l'eau pure employée dans les mêmes conditions dissoudrait environ les $\frac{2}{1000}$ de son poids de nitrate de cinchonamine. Quoi qu'il en soit, on doit finir le lavage par une très petite quantité d'eau pure et froide. On sèche à 100° et on pèse le nitrate de cinchonamine ainsi obtenu parfaitement pur.

» Le nitrate de cinchonamine a pour formule $C^{19}H^{24}Az^2O, AzO^3H$: son équivalent élevé est avantageux pour le dosage de l'acide nitrique, ainsi qu'il est facile de s'en rendre compte par les chiffres suivants; 359 de nitrate de cinchonamine équivalent à 54 d'acide nitrique, à 101 de nitrate de potasse ou à 82 de nitrate de chaux.

» Dans le but de vérifier ce procédé, j'ai expérimenté d'abord sur un poids connu de nitrate de potasse dissous dans l'eau :

» *Premier essai.* — $0^{gr},100$ de nitrate de potasse m'ont donné $0^{gr},354$ de nitrate de cinchonamine, d'où, nitrate de potasse, $0^{gr},099$, au lieu de $0^{gr},100$.

» *Second essai.* — $0^{gr},104$ de nitrate de potasse m'ont donné $0^{gr},366$ de nitrate de cinchonamine, d'où, nitrate de potasse, $0^{gr},103$, au lieu de $0^{gr},104$.

» Passant ensuite aux applications, j'ai dosé l'acide nitrique contenu dans les eaux naturelles à l'état de nitrates, probablement à l'état de nitrate de chaux, comme il est admis généralement, et j'ai obtenu dans différents dosages des résultats parfaitement concordants.

» Je citerai comme exemples :

» I. Analyse d'une eau de puits du Jardin des Plantes, recueillie le 12 juillet 1884 :

» Résidu sec à 160°, par litre, $1^{gr},600$.

» 1^{lit} de cette eau a été évaporé à sec, le résidu repris par l'alcool à 40° centésimaux; l'alcool a été chassé ensuite par évaporation au bain-marie; la dissolution aqueuse résultant de ce traitement contient tous les nitrates, ainsi qu'une certaine quantité de chlorures; il ne reste plus qu'à continuer l'analyse, comme il est indiqué précédemment.

» *Premier dosage :* nitrate de cinchonamine, obtenu, $1^{gr},021$, d'où : nitrate, évalué en nitrate de chaux, par litre, $0^{gr},232$.

» *Second dosage* de la même eau, effectué dans les mêmes conditions, afin de voir l'approximation obtenue : nitrate de cinchonamine, $1^{gr},032$; d'où : nitrate, évalué en nitrate de chaux, par litre, $0^{gr},235$.

» II. Eau de Seine, recueillie au pont d'Austerlitz, le 13 juillet 1884 :

» Résidu sec à 160°, par litre, $0^{gr},245$.

» 3^{lit} évaporés m'ont donné : nitrate de cinchonamine, $0^{gr},093$, d'où : nitrate, évalué en nitrate de chaux, par litre, $0^{gr},0071$.

» Eau de Seine, recueillie le même jour au pont d'Auteuil :

» Résidu sec à 160°, par litre, $0^{gr},280$.

» 3^{lit} évaporés m'ont donné : nitrate de cinchonamine, $0^{gr},089$, d'où : nitrate, évalué en nitrate de chaux, par litre, $0^{gr},0068$.

» Le dosage des nitrates contenus dans les plantes ne peut se faire qu'en modifiant légèrement le procédé ci-dessus; l'acétate d'argent ne peut servir pour l'élimination du chlore des chlorures, car, étant réduit peu à peu par les matières organiques, il devient impossible d'obtenir un liquide clair par filtration. Voici comment il convient d'opérer :

» On épuise la plante, après trituration, par l'eau bouillante, on évapore à consistance d'extrait, puis on reprend par l'alcool à 40° centésimaux. On chasse l'alcool par évaporation au bain-marie et dans le liquide aqueux résultant de ce traitement, on élimine les chlorures par une petite quantité d'acétate neutre de plomb dont on enlève le léger excès ajouté par quelques gouttes d'une dissolution de sulfate de soude.

» Le liquide filtré contient les nitrates : il ne reste donc plus qu'à terminer l'analyse comme précédemment.

» J'ai dosé les nitrates dans les plantes suivantes :

I. — *Pariétaire* (Parietaria officinalis) [1].

Dans 1000 parties de tige en végétation.	Cendres......	15,20			
	Nitrates......	15,79	dont	Nitrate de potasse......	9,25
				» de chaux.......	6,54
Soit dans 1000 parties de tige sèche.	Cendres......	89,30			
	Nitrates......	92,75			

» La même plante cueillie quinze jours après a donné, comme quantité de nitrates contenus dans 1000 parties de tige humide, 16,30.

(1) Ces plantes proviennent de l'Ecole de Botanique du Muséum, dont la terre n'a reçu aucun engrais depuis plus de 25 ans.

II. — *Ortie* (Urtica dioica).

Dans 1000 parties de tige en végétation.	Cendres......	16,94			
	Nitrates......	9,52	dont	Nitrate de potasse......	8,45
				» de chaux.......	1,07
Soit dans 1000 parties de tige sèche.	Cendres......	70,54			
	Nitrates......	39,63			

III. — *Topinambour* (Helianthus tuberosus).

Dans 1000 parties de tige en végétation.	Cendres......	10,80			
	Nitrates......	9,94	dont	Nitrate de potasse.....	4,12
				» de chaux......	5,82
Soit dans 1000 parties de tige sèche.	Cendres......	55,23			
	Nitrates......	46,25 (1)			

» Le nitrate de cinchonamine obtenu dans ces différents dosages a été analysé de la manière suivante comme vérification : ce sel est dissous dans l'eau bouillante; on ajoute à cette dissolution un léger excès d'eau de baryte afin d'éliminer l'alcaloïde; le liquide filtré contient du nitrate de baryte, qu'il est facile d'isoler, en enlevant l'excès de baryte par un peu de gaz acide carbonique; on sèche et l'on pèse : les poids obtenus ont toujours concordé avec les poids de nitrate de cinchonamine examinés. On peut ensuite mettre en évidence la présence de l'acide nitrique au moyen de la réaction caractéristique de l'acide sulfurique et du cuivre sur les nitrates produisant des vapeurs rouges d'hypoazotique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'éther triacétique d'une glycérine butylique.* Note de M. L. Prunier, présentée par M. Berthelot.

« 1. J'ai eu l'honneur, en 1875 (2), de soumettre à l'Académie un ensemble d'expériences relatives à l'action du chlore sur l'éther iodhydrique de l'alcool butylique de fermentation.

» 2. Parmi les nombreux composés chlorés qui résultent de ce traitement, j'ai isolé ceux dont la composition centésimale répond à $C^8H^7Cl^3$, et, afin de vérifier si ce produit (ou du moins une partie) fonctionne comme

(1) Les proportions relatives de nitrate de potasse et de nitrate de chaux ont été calculées d'après les quantités respectives de carbonate de potasse et de carbonate de chaux trouvées dans les cendres.

(2) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 1603.

une trichlorhydrine d'alcool triatomique, je l'ai soumis, en tubes scellés, à $+170^\circ$, à l'action de 20 parties d'eau, conformément à la méthode de M. Berthelot. Une notable quantité du produit chloré se dissout et il se forme beaucoup d'acide chlorhydrique.

» Le liquide aqueux, extrait des tubes, a été débarrassé de l'acide chlorhydrique au moyen de l'argent, puis évaporé dans le vide, ce qui fournit une substance à peine colorée, déliquescente et légèrement acide, que l'on neutralise par la chaux. On redissout ensuite à plusieurs reprises dans l'alcool absolu et l'on évapore dans le vide.

» 3. Le résidu fixe est jaunâtre, déliquescent, neutre au tournesol. La saveur, d'abord chaude, devient bientôt douceâtre, puis présente un arrière-goût amer.

» A la longue la masse entière finit par se solidifier; sous la pression de 18^{mm}, ce corps distille aux environs de $+240^\circ$. Il forme avec la chaux une combinaison susceptible de cristalliser et décomposable par l'eau.

» 4. Après séparation de la chaux par addition d'eau, et reprise dans l'alcool absolu, la matière ne laisse plus qu'un résidu négligeable à la calcination.

» La composition centésimale, résultant de l'analyse élémentaire, conduit à la formule $C^8H^{10}O^6$, ainsi que le montrent les dosages de carbone ci-dessous.

» I. $0^{gr},307$ de matière ont donné :

Acide carbonique	0,512
Eau	0,475

» II. $0^{gr},288$ de matière ont donné :

Acide carbonique	0,480
Eau	0,306

» En centièmes :

	I.	II.	Calculé pour $C^8H^{10}O^6$.
Carbone	45,4	45,15	45,28

» 5. Ayant eu récemment occasion de reprendre et de vérifier l'ensemble des résultats ci-dessus, qui remontent à 1875, il m'a paru de quelque intérêt de préparer en outre un éther triacide, autre que le composé $C^8H^7Cl^3$ qui a servi de point de départ.

» J'ai donc cherché à obtenir, au moyen d'un acide organique, un éther saturé. L'acide acétique cristallisable m'a fourni plusieurs éthers acétiques, solubles dans l'éther ordinaire. De ces éthers acétiques, encore peu étudiés, les uns sont cristallisables, les autres sont jusqu'ici demeurés amorphes.

» Dans le but d'atteindre la saturation du produit, j'ai soumis la partie principale à l'action de l'anhydride acétique à la température de 140°, et l'éther produit a ensuite été isolé par le procédé classique de M. Berthelot.

» Ce composé, à peine teinté de jaune, est neutre et d'un goût amer. Le séjour prolongé sous une cloche, en présence de l'acide sulfurique et de la chaux, l'amène à une consistance presque solide.

» 6. C'est ce produit que j'ai saponifié, en tubes scellés, au moyen de l'eau de baryte titrée.

» En faisant ultérieurement le dosage de la baryte demeurée libre, et tenant compte de l'alcalinité de l'acétate de baryte formé, j'ai pu constater que l'éther, ainsi décomposé, contenait un peu plus de 75 pour 100 d'acide acétique combiné. Une série de dosages concordants m'a conduit au chiffre de 75,09 pour 100. La théorie indique pour $C^8H^4(C^4H^4O^4)^3$ (triacétine butylique) 77 pour 100 d'acide acétique.

» Ce chiffre, comme on voit, est sensiblement plus élevé que celui de 75,09 auquel je suis arrivé. Ce dernier toutefois dépasse suffisamment celui qui correspondrait à la diacétine (63,15 pour 100) pour qu'il me semble permis d'admettre la présence, en proportion considérable, de l'éther triacétique dans le produit que j'ai eu entre les mains; l'existence de cette triacétine, rapprochée de la trichlorhydrine dont il a été question plus haut, contribue à fixer la fonction triatomique de l'homologue butylique de la glycérine ordinaire. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Méthode pour doser l'extrait sec des vins.* Note de M. E.-H. Amagat. (Extrait.)

« .... En réalité, rien n'est moins défini que ce qu'on appelle *extrait sec des vins;* il varie du quart de sa valeur, suivant le procédé employé pour l'obtenir. Il n'y aura donc aucun inconvénient à en adopter une définition nouvelle, si celle-ci conduit à une méthode facilement praticable et à des résultats parfaitement comparables. Je me suis demandé s'il n'y aurait pas avantage à adopter, pour mesure de l'extrait sec, la densité qu'acquiert le vin quand, après en avoir chassé l'alcool par l'ébullition, on le ramène au

volume primitif par addition d'eau; or, de nombreux essais, qui ont porté sur une centaine de vins de divers crus, m'ont montré que, pourvu qu'on réduise à peu près à moitié par l'ébullition, on peut faire varier très notablement les conditions expérimentales, sans que la densité du liquide définitivement obtenu subisse de variations bien appréciables.

» J'emploie pour cette opération une petite chaudière en cuivre rouge, argentée intérieurement, et composée de deux parties cylindriques dont la supérieure est beaucoup plus large que l'autre; j'y verse 150^{cc} de vin, je chauffe sur un bec de gaz ou une lampe à alcool, jusqu'à ce que le niveau du liquide arrive à la partie rétrécie; le volume est alors réduit à moitié. Cette disposition permet une évaporation rapide, à cause de la large surface que présente le liquide à l'air libre, et une appréciation facile du moment où on doit arrêter l'opération; un écran convenablement placé empêche la flamme de lécher les parois de la chaudière au-dessus du niveau le plus bas de liquide, et évite ainsi l'effet d'une trop forte température sur le liquide mouillant les parois intérieures.

» Dans mes essais, la densité du vin, ramené au volume primitif (et à la température primitive), a été déterminée par la méthode du flacon et rapportée à l'eau à 15°. On peut, sans précautions spéciales, retrouver, dans toutes les opérations sur le même vin, la quatrième décimale à une ou deux unités près, ce qui correspond à une variation d'à peu près 0^{gr},1 à 0^{gr},3 par litre, dans le poids de l'extrait sec pris dans le vide; avec un peu de précaution, on arrive facilement à moins de 0^{gr},1.

» Pour les opérations courantes du commerce, on peut remplacer l'emploi du flacon par celui d'un aréomètre, et, ici encore, un avantage est à signaler : c'est que la correction relative à la température, nécessairement plus faible qu'avec les liquides alcooliques, est toujours la même pour une même température; elle se fait avec un tableau à une seule entrée: l'erreur pouvant résulter de cette correction est donc aussi faible que possible.

» Voulant comparer les résultats fournis par cette méthode à ceux qu'on obtient par la dessiccation dans le vide, j'ai construit une courbe, en portant sur les abscisses les poids d'extrait sec, et sur les ordonnées les excès sur l'unité des densités correspondantes du vin privé d'alcool (la partie fractionnaire de la densité). L'ensemble des points s'écarte peu d'une ligne droite passant par l'origine, c'est-à-dire que le poids d'extrait est sensiblement proportionnel à la partie fractionnaire de la densité du vin, ramené au volume primitif. Quoique la proportionnalité ne soit pas rigoureuse, ce qu'il était facile de prévoir, cette remarque n'en est pas moins importante, parce qu'elle permet de graduer l'aréomètre de manière que ses indications diffèrent peu de celles qui sont consacrées par l'usage.

» Pour un vin contenant 35^{gr} d'extrait pris dans le vide, la densité du liquide désalcoolisé est, en moyenne, égale à 1,0140; pour 10^{gr} d'extrait, elle est 1,0040. En marquant 0 et 35 aux points correspondants de l'aréo-

mètre (comme dans cet intervalle les degrés de l'aréomètre Baumé correspondent à des variations sensiblement proportionnelles de la densité), il suffira de diviser l'intervalle en vingt-cinq parties égales, et les degrés intermédiaires indiqueront à peu de chose près les poids, en grammes, d'extrait par litre.

» Toutefois, il n'y a pas lieu de contrôler les résultats ainsi obtenus, au moyen des résultats fournis par la dessiccation dans le vide qui correspondent à une définition différente de l'extrait; seulement, par suite d'une coïncidence heureuse, mais qui n'est qu'approximative, en graduant l'instrument comme il vient d'être dit, on conservera les indications d'usage, et à très peu près avec le sens qu'on est habitué à leur donner.

» Il n'y a aucune raison, *a priori*, pour adopter l'une plutôt que l'autre des manières qui précèdent de définir l'extrait, mais celle que je propose a l'avantage de correspondre à une opération rapide et facile, dont les indications sont parfaitement comparables; cette opération n'exige pas la réalisation de conditions expérimentales difficiles à obtenir, et dont le choix est absolument arbitraire. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur la physiologie d'une Planaire verte* (Convoluta Schultzii). Note de M. **A. Barthélemy**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La *Convoluta Schultzii* est un animal singulier, de nature à exciter l'intérêt des naturalistes qui s'occupent de la fonction chlorophyllienne. Il ne s'agit pas, en effet, de ces êtres à position douteuse et, pour ainsi dire, intermédiaire entre les deux règnes, mais bien d'un organisme relativement élevé, chez lequel l'association à des éléments chlorophylliens a produit d'intéressantes particularités physiologiques. Grâce à l'extrême obligeance de M. de Lacaze-Duthiers, j'ai pu étudier cet être intéressant, qui vit et se développe en abondance à Roscoff.

» L'anatomie et surtout l'embryogénie doivent être l'objet d'une étude spéciale; je me contenterai, dans cette Note, de parler de la physiologie.

» Je dirai seulement que cette *Convoluta* présente une cuticule ciliée, une couche musculaire donnant lieu à des bandes longitudinales, et un parenchyme central remplaçant le tube digestif. Il n'existe ni bouche, ni œsophage, et encore moins d'anus. Cette constitution rappelle celle des infusoires, principalement des *Opalina*.

» Quant à l'élément chlorophyllien, il est représenté par des cellules à

contenu jaune verdâtre, et présentant un noyau que l'on met en évidence en attaquant la chlorophylle par l'éther, puis en traitant par la potasse. Ces éléments sont libres à la surface du parenchyme central, et lorsque celui-ci sort au dehors par une déchirure accidentelle, il n'est pas rare de voir une de ces cellules s'échapper aussi entourée de protoplasma. Il m'a paru que ces cellules à chlorophylle se multipliaient par division du noyau.

» Je ne dois pas oublier de mentionner l'existence, non constante, de bâtonnets fusiformes, enchâssés dans la cuticule par une espèce de tête de clou, et réunis souvent au nombre de quatre à la partie postérieure de l'animal; enfin des paquets de Nématoïdes parasites très fins et granuleux, à extrémité très atténuée et qui, détachés de l'animal, vivent et se remuent pendant quelque temps; j'ignore si c'est à ces derniers organes qu'il faut rapporter les nématocystes à filaments protractiles, que Graff a décrits chez le *Stenostomum Sieboldii*.

» L'animal répand, quand on le saisit entre les doigts, une odeur phosphorée qui m'a rappelé celle des *Suberites* sur la plage de Banyuls.

» En résumé, la *Convoluta*, par l'absence de tube digestif, d'œsophage et même de bouche, par l'activité de ses mouvements ciliaires et par la couche de cellules à chlorophylle, nous apparaît comme une association physiologique, une symbiose entre une Algue unicellulaire et un Ver acœlate.

» Grâce à la présence de l'élément chlorophyllien, l'animal peut vivre dans un milieu désaéré, dans des mares où la vie ne serait pas possible, tandis que, par ses mouvements vibratiles, il fournit constamment à la plante le courant d'acide carbonique nécessaire à sa nutrition, et dont, à son tour, il utilise l'oxygène provenant de la fonction chlorophyllienne.

» La physiologie de la *Convoluta* se réduit nécessairement à des échanges endosmotiques, à travers la couche cuticulaire extérieure de substances nutritives liquides et de dissolutions gazeuses.

» L'acte respiratoire a été, de la part de M. Patrick Geddes (¹), l'objet d'une étude étendue et faite avec beaucoup de soin. Cependant, dominé par les idées qui ont cours encore aujourd'hui en Physiologie végétale, il a cherché à recueillir et à analyser les gaz qui lui *semblaient* se dégager de ces petits organismes sous l'action du Soleil; de plus, ses expériences ont porté sur une quantité d'animaux tellement considérable (surface de un tiers de mètre carré couverte de Planaires) qu'il est impossible d'en tirer des déductions pour la vie individuelle de chacun d'eux.

(¹) *Archives de Zoologie expérimentale*, t. VIII; 1879-1880.

» Le premier fait qui frappe l'observateur quand on dispose dans une série de flacons un certain nombre de *Convoluta*, c'est la tendance qu'elles ont à se porter vers le point le plus éclairé de la chambre, ou plutôt du flacon. Ce serait là un *photomètre organique* d'une sensibilité extrême.

» Ces vers sont dépourvus d'organes visuels, même rudimentaires; mais s'il est vrai que la vision chez les animaux supérieurs n'est que le résultat d'une action chimique, décomposition de la pourpre rétinienne, on peut admettre que l'action de la chlorophylle sur l'acide carbonique produit sur l'animal une espèce de sensation visuelle. Il est à remarquer que l'ascension de la Planaire se fait d'une façon lente, et pour ainsi dire inconsciente, sous l'influence des mouvements des cils vibratiles plus énergiques dans la direction de la lumière. Parvenus sous la surface immédiate de l'eau, nos vers se fixent par la partie postérieure; mais, à la moindre agitation de l'eau ou du vase, ils se détachent et se laissent tomber au fond, avec des mouvements très précipités.

» Quant à l'émission de gaz et aux déductions qu'on peut en tirer pour donner la preuve ou la mesure de l'acte respiratoire, je puis affirmer qu'elle n'existe pas. Il suffit de profiter de l'action de la lumière que nous venons d'indiquer, et d'attirer sur le point le plus éclairé et *le plus élevé* du vase toutes les Planaires. On pourra se convaincre alors que les fines bulles gazeuses dont parle M. Geddes partent des fragments de sable ou des débris organiques de la partie inférieure du vase; en regardant à la loupe la masse verte que forment les *Convoluta*, on n'aperçoit aucune bulle gazeuse. En pourrait-il être autrement, avec le mouvement continuel des cils vibratiles, qui s'oppose à la *formation* de bulles gazeuses, et en l'absence de toute cavité intérieure où les gaz pourraient s'accumuler ou circuler?

» Le rejet d'oxygène à l'état gazeux supposerait une activité respiratoire qui n'est pas en rapport avec la petite quantité de chlorophylle que présentent nos Planaires, même accumulées en grande masse.

» Les bulles obtenues par M. Geddes ont présenté de 43 à 52 pour 100 d'oxygène, et le reste, d'azote. Il me semble que ce résidu d'azote ne saurait être négligé, et qu'il faudrait admettre que notre ver excrète, outre les 40 pour 100 d'oxygène, 60 pour 100 d'azote, d'origine inexpliquée. Il faut remarquer de plus que l'analyse des gaz dissous dans l'eau de mer présente de grandes difficultés et n'a pas été faite d'une manière satisfaisante [1].

---

[1] Voir *Revue scientifique*, 21 juin 1884 et suivants : *Études chimiques sur l'océan Boréal*, d'après M. Tornoé, par M. de Saporta.

» En réalité, aucun végétal, aucun animal complètement aquatique ne dégage de gaz, dans les conditions normales et régulières, et la *Convoluta* ne fait pas exception à cette loi.

» Dans un excès d'acide carbonique, les plantes aquatiques ne dégagent de l'oxygène que lorsqu'elles présentent des canaux aériens et que les feuilles sont détachées de la tige, ou qu'elles ont conservé une couche d'air à la surface.

En présence d'une quantité anormale d'acide carbonique, les *Convoluta* produisent des grains de matière amylacée très petits, qui se déposent dans le mésoderme. Si l'excès d'acide carbonique est trop grand, les animaux sont foudroyés : alors l'association est détruite, et l'algue monocellulaire subit une nouvelle évolution, qui demande à être suivie.

» En résumé, l'acte respiratoire chez la *Convoluta Schultzii* consiste dans l'absorption, à travers la cuticule, de l'acide carbonique en dissolution que la chlorophylle décompose en produisant de l'oxygène. Celui-ci est utilisé par l'animal, en totalité ou en partie, de sorte que, si l'oxygène est exhalé, ce ne peut être qu'en très petite quantité et non à l'état gazeux dans les conditions normales.

» Cette respiration présente une analogie frappante avec celle des plantes aquatiques submergées, telle qu'on doit la concevoir aujourd'hui. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Quatrième Note pour servir à l'histoire de la formation de la houille; galets de houille;* par M. B. **Renault**, présentée par M. Duchartre.

« Pour faire l'étude des plantes fossiles transformées en houille et observer leur structure anatomique, nous avons choisi à dessein les échantillons isolés les uns des autres dans les couches d'argile ou dans les bancs de grès houiller, et n'ayant aucune relation avec les couches de houille voisines; certains fragments ont été reconnus entiers sur une longueur de plus de 10^m; on ne peut donc supposer un instant que ces restes fragiles étaient déjà houillifiés lors de leur dépôt, contemporain de celui des sédiments qui les entourent.

» La houillification des diverses matières organiques végétales (bois, écorce, etc.), préalablement soumises à une longue macération et amenées à une composition chimique assez peu différente, s'est opérée plus ou moins lentement au sein même des bancs d'argile et de grès où ils gisent maintenant.

» Le microscope ne laisse apercevoir aucune cavité ni dans les vaisseaux ni dans les cellules; leurs parois plus ou moins rétractées étant maintenant en contact, il en résulte que la matière organique des parois a dû, pour les plantes isolées en question, intervenir seule dans la production de la houille. Le protoplasma des cellules avec ses phosphates de nature diverse, les aliments de réserve, les gommes, les résines, etc., enlevés par la macération, ont également pu concourir à la formation de couches de houille, mais de nature et d'aspect tout différent (cannel-coal, pitch-coal, certaines anthracites, etc.), tenant en suspension dans la masse les débris végétaux les plus divers, tels que radicelles, fragments de feuilles variées reconnaissables, micro et macro-spores, grains de pollen, etc., amenés pendant que ces couches étaient en voie de formation.

» Les fragments plus ou moins volumineux de plantes qui se sont houillifiées sur place se reconnaissent même lorsqu'ils sont très déformés par l'aspect des cassures et par la régularité de la surface.

» Mais, en même temps que ces fragments de plantes, transformées en houille là où on les trouve, on en rencontre souvent d'autres dont l'apparence est toute différente et qui ne sont pas contemporains; en effet, quand ils sont dégagés avec précaution de la gangue de grès qui les moule exactement, tantôt ils rappellent un fragment de houille fraîchement cassé, tantôt ils se présentent sous la forme de *galets* à angles complètement émoussés, ou de cailloux roulés; ils ne paraissent pas avoir subi de déformation résultant de la pression des couches de grès environnants : par conséquent, tout porte à croire qu'ils ont été arrachés de bancs houillers préexistants et déposés possédant déjà leur consistance, en même temps que les graviers et les sables dans lesquels ils sont enclavés.

» Il était intéressant de rechercher l'âge auquel on devait rapporter ces fragments, évidemment plus anciens que ceux dont il a été question plus haut. M. Fayol a bien voulu m'adresser toute une série de ces cailloux de houille encore engagés dans leur gangue de grès et recueillis dans les couches houillères de Commentry.

» Par quelques-unes de leurs propriétés physiques, ils diffèrent des fragments qui se sont houillifiés sur place : ils sont moins compacts et poreux; une mince couche d'eau déposée à la surface est rapidement absorbée, leur cassure est moins brillante et plus mate; ils sont rayés par eux et se laissent couper bien plus facilement par le rasoir.

» Sur une cassure fraîche on reconnaît à la loupe ou au microscope qu'ils sont formés, les uns de houille ordinaire, c'est-à-dire composée de

lames d'épaisseur variable, brillantes ou ternes, avec ou sans traces d'organisation; les autres, de bois divers, à structure conservée.

» Réduits en lames minces transparentes, ces derniers fagments m'ont offert l'organisation des bois d'*Arthropitus*, de *Cordaïtes*, de *Calamodendron* et de pétioles d'*Aulacopteris*, c'est-à-dire des plantes ligneuses et arborescentes que l'on rencontre le plus ordinairement dans le terrain houiller de Commentry à l'état d'empreinte ou de charbon.

» Dans un certain nombre d'échantillons, la diminution de volume des trachéides est moins considérable que celle observée pour les mêmes organes des genres correspondants, mais houillifiés sur place. Il semble donc que, lors de leur dépôt, les cailloux de houille n'étaient pas encore transformés complètement et que, depuis, la houillification interrompue n'ait pas continué.

» Les genres de plantes que je viens de mentionner sont, comme on le sait, répandus surtout dans le terrain houiller supérieur; le genre *Calamodendron*, en particulier, rare dans le terrain houiller moyen, ne devient commun que dans le terrain houiller supérieur, et est très répandu à Commentry.

» Les conclusions à tirer de ce qui précède sont donc :

» 1° Que, pendant la durée de la formation du terrain houiller de Commentry, des érosions fréquentes se sont produites dans les couches de grès, d'argile et de houille plus anciennement formées;

» 2° Que ces couches plus anciennes n'appartiennent pas à un terrain houiller beaucoup plus âgé, comme on aurait pu le supposer;

» 3° Que la houille trouvée sous forme de galets est moins avancée pour ainsi dire, et offre quelques propriétés différentes de celle provenant de plantes houillifiées sur place et plus récente;

» 4° Enfin que le temps nécessaire à la transformation de la matière organique végétale en houille, quoique très long, ne paraît pas cependant être d'une durée excessive, puisqu'un même bassin houiller, d'une étendue relativement restreinte, possédait déjà de la houille alors qu'il continuait toujours à s'accroître. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le micro-organisme de la tuberculose zooglœique*. Note de MM. **L. Malassez** et **W. Vignal**, présentée par M. Berthelot.

« Lors de nos premières Communications ([1]) sur la tuberculose zooglœique ([2]), nous n'étions pas encore arrivés à colorer nos zooglœées d'une façon satisfaisante. Depuis, nous avons mieux réussi ([3]), et nous avons pu découvrir ainsi un certain nombre de faits intéressants, touchant l'histoire de ce micro-organisme.

» Nous avons constaté d'abord que toutes les zooglœées ne sont pas également colorables par nos divers procédés de coloration. Les unes le sont complètement : ce sont les petites zooglœées isolées, qui siègent au centre de granulations au début, ou à la périphérie de granulations plus anciennes. D'autres ne sont qu'en partie colorables; telles sont les grosses zooglœées qui se trouvent dans les mêmes conditions que les précédentes : elles ne sont colorées qu'à leur périphérie, leurs centres restent incolores; telles sont encore celles qui, n'étant plus isolées comme les précédentes, font partie d'un groupe plus ou moins serré dont elles occupent la périphérie; la partie qui regarde au dehors est colorée, tandis que celle qui est dirigée du côté du centre de l'amas ne l'est pas. Il en est enfin qui sont complètement incolores; on les trouve dans le centre des amas susdits, ou en plein tissu conifié. Il semble donc que les zooglœées ou parties de zooglœées colorables soient celles qui sont de développement plus récent, et se trouvent dans de meilleures conditions de nutrition.

» Vues sur des préparations très minces, et à l'aide de puissants objectifs à immersion homogène et de condensateurs de lumière, les zooglœées colorées apparaissent comme formées par un amas de petits grains allongés,

---

([1]) *Société de Biologie*, séances des 12 et 19 mai, 9 juin 1883. — *Comptes rendus*, séance du 5 novembre 1883. — *Archives de Physiologie*, numéro du 15 novembre 1883.

([2]) Nous avons appelé *tuberculose zooglœique* une affection causée par l'inoculation de produits tuberculeux, dans lesquels nous n'avions pas trouvé de bacilles (tubercule cutané, paroi d'abcès ossifluent), ayant tous les caractères cliniques et anatomo-pathologiques de certaines tuberculoses, mais présentant, pendant les premières générations tout au moins, des amas zooglœiques de microcoques et pas de bacilles.

([3]) Nous ne décrirons pas ici nos procédés de coloration; ils l'ont été déjà à la Société de Biologie (séance du 24 mai 1884), et le seront encore dans un travail plus complet qui doit paraître prochainement dans les *Archives de Physiologie*.

mesurant de $0^{\mu},6$ à 1^{μ} de long sur $0^{\mu},3$ de large environ; ces grains sont disposés en séries linéaires, qui se recourbent en anses et s'entrecroisent sous des angles divers. On peut s'assurer, sur des préparations plus ou moins comprimées, que ces séries de grains correspondent en réalité à des chapelets; en sorte que les zooglœées colorables doivent être considérées comme étant un peloton de chapelets de microcoques allongés. Vues dans les mêmes conditions d'observation, les zooglœées peu colorées ne présentent que très exceptionnellement la disposition susdite en chapelet; la plupart des grains sont assez régulièrement disséminés, mais sans ordre apparent; ils sont plus espacés les uns des autres qu'ils ne l'étaient, moins allongés, plus sphériques et plus volumineux; ils mesurent de $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},6$ de diamètre. Quant aux zooglœées non colorées, on ne distingue rien de net à leur intérieur, quand la préparation se trouve au foyer du condensateur; il faut abaisser celui-ci, de façon à faire apparaître les différences de réfringence des objets; on retrouve alors des grains fort semblables comme disposition, forme et volume, à ceux des zooglœées peu colorées, sauf qu'ils sont complètement incolores. Comme on le voit, aux différences de colorabilité correspondent de notables différences de structure.

» Si l'on examine avec soin le tissu de granulations qui forme la périphérie des tubercules zooglœiques en voie d'envahissement, on y peut découvrir toute une série d'autres formes micro-organiques qui sont, en allant des plus compliquées aux plus simples : 1° de très petites zooglœées, ne différant des plus grosses susdécrites que par leur moindre volume, et par ce fait que leurs chapelets composants forment en général une masse moins dense et à contours moins réguliers; 2° de longs chapelets ondulés, recourbés souvent en anses ou en boucles; 3° de très courts chapelets rectilignes, isolés ou réunis en petits amas (¹); 4° des diplocoques et des microcoques, se présentant également isolés ou par groupes. Ces petites zooglœées, ces chapelets longs et courts, ces diplocoques, sont

(¹) Ces courts chapelets présentent quelques analogies avec le bacille phymatogène de Koch; car, vus à de plus faibles grossissements, ils ont un peu l'aspect de bâtonnets; tandis que le bacille de Koch, vu à de très forts grossissements et lorsqu'il a été coloré au violet de gentiane, par la méthode de Ehrlich, apparaît comme formé de grains, donc comme un court chapelet de microcoques. Mais ces grains sont sphériques, plus petits, et ils se colorent mal par les procédés qui colorent nos chapelets, tandis que ceux-ci ne se colorent par aucun des procédés qui colorent les bacilles. Il n'y a donc pas similitude entre ces deux formes parasitaires.

formés de microcoques allongés, semblables à ceux qui composent les grosses zooglœées et à ceux qui constituent les éléments isolés.

» Cette similitude de structure, l'existence de formes intermédiaires, prouvent que toutes ces formes appartiennent en réalité au même microorganisme que les grosses zooglœées. De plus, comme on les trouve dans des régions en voie de développement, on peut en conclure que ce sont des formes plus jeunes. Les plus simples parmi elles étant probablement les plus jeunes, les microcoques et les diplocoques seraient les formes de début; et comme, en raison de leur petit volume, elles doivent passer facilement entre les interstices des tissus, qu'elles soient mobiles par ellesmêmes, ou qu'elles soient emportées par les éléments migrateurs, ou entraînées par les liquides interstitiels ou poussées mécaniquement dans les mouvements des tissus, elles seraient le semis, la graine zooglœique. Peut-être en est-il de même pour les courts chapelets rectilignes; mais les longs chapelets ondulés qui se trouvent enchevêtrés dans les tissus doivent être considérés, au contraire, comme des éléments fixés et représentant les premières phases du développement sur place; tandis que les grosses zooglœées seraient l'apogée. Enfin la perte de colorabilité, la dissociation des chapelets, la transformation des microcoques allongés en microcoques sphériques, l'augmentation de la substance interstitielle, indiqueraient que le parasite est mort ou qu'il est passé à une période de vie latente, puisque l'inoculation de parties caséifiées, lesquelles ne contiennent que des zooglœées incolores, peuvent donner lieu à une nouvelle génération de tuberculose.

» Dans nos pièces de tuberculose zooglœique, nous avions rencontré des granulations dans lesquelles on ne pouvait distinguer de zooglœées bien nettes; en les traitant par nos nouveaux procédés de coloration, nous avons pu y constater les diverses formes de début que nous venons de décrire. De plus, nous y avons rencontré de très petites zooglœées, et de longues chaînettes à peine colorées, ou devenues incolores; ce qui nous montre que le microorganisme zooglœique n'a pas besoin d'arriver à son développement le plus complet pour passer de l'état d'activité à celui de vie latente, et nous fait entrevoir la possibilité de lésions où toutes ces petites formes seraient incolores, auquel cas elles passeraient sans doute inaperçues, et la nature de la tuberculose serait méconnue [1]. »

[1] Travail du laboratoire d'Histologie du Collège de France.

ZOOLOGIE. — *Sur une nouvelle pièce de l'aiguillon des Mellifères et sur le mécanisme de l'expulsion du venin.* Note de M. G. Carlet, présentée par M. Paul Bert.

« Il peut paraître extraordinaire que les nombreux naturalistes qui se sont occupés de l'appareil venimeux des Abeilles, Bourdons et autres Mellifères, n'aient pas observé le curieux mécanisme de l'expulsion du venin. On croit, en effet, que chez ces Insectes, comme chez les Guêpes, Frelons et autres Diploptères, les stylets de l'aiguillon sont de simples perforateurs et que la vésicule du venin se contracte pour lancer son contenu dans la plaie. Au contraire, il résulte de mes recherches que :

» 1° La vésicule du venin, chez les Mellifères (Abeilles, Bourdons, Xylocopes, etc.) ne présente jamais le revêtement musculaire qu'elle offre toujours chez les Diploptères; elle n'est pas contractile et ne peut, en aucune façon, agir sur son contenu;

» 2° Les stylets de l'aiguillon des Mellifères présentent à leur base, du côté dorsal, un organe appendiculaire qui fait complètement défaut chez les Diploptères. Cet organe, que j'appellerai le *piston* à cause de ses usages, occupe toute la profondeur de la partie renflée du gorgeret et se meut dans toute la longueur de cette base de l'aiguillon. C'est un véritable piston, dont le stylet est la tige et le gorgeret le corps de pompe. Ce piston a la forme d'une épaulette dont les filets chitineux sont réunis en une membrane qui se développe sous la pression du liquide, quand le piston descend, et se rabat ensuite quand il remonte, pour laisser passer le liquide situé au-dessus de lui;

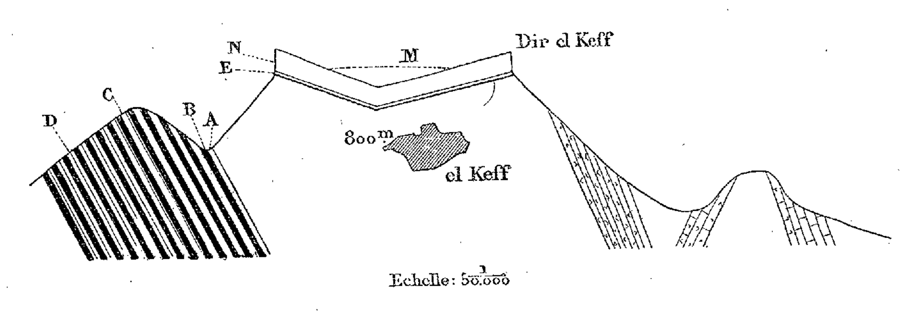
» 3° Les deux stylets de l'aiguillon se meuvent, tantôt simultanément, tantôt alternativement; mais, dans les deux cas, chaque coup de piston lance une goutte du venin dans la plaie, en même temps qu'il produit à la base du gorgeret un nouvel afflux de liquide;

» 4° L'appareil d'inoculation du venin, chez les Mellifères, est à la fois un aspirateur et un injecteur; sa forme est celle d'une seringue à canule perforante qui, munie de deux pistons à parachute, lance par la canule le liquide qu'elle aspire par la base du récipient. »

GÉOLOGIE. — *Sur la géologie des environs du Keff (Tunisie).* Note de M. **P. Marès**, présentée par M. Hébert.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie quelques Notes géologiques prises dans le cours d'une rapide excursion faite à la ville du Keff. Le nombre des documents que l'on possède sur la constitution géologique de la Tunisie est, jusqu'à présent, si restreint que j'espère voir accueillir ces observations, dont l'intérêt ressort principalement de quelques fossiles caractéristiques précisant bien l'âge des terrains, et dont je dois l'exacte détermination à l'obligeance de MM. Hébert et Munier-Chalmas.

» La ville du Keff est assise sur le versant sud d'une montagne assez élevée, qui se distingue nettement des hauteurs environnantes par sa plus grande altitude et l'aspect particulier des rochers à pic qui couronnent son sommet; à 1500^{m} environ de la ville, vers l'ouest-sud-ouest, sur la route de Soukarras, les collines qui avoisinent le Keff sont formées de bancs calcaires, blanchâtres, marneux, A (voir la figure), chacun d'une épaisseur



Echelle: $\frac{1}{50.000}$

de 0^{m},30 à 0^{m},40, séparés par des lits minces d'argile marneuse, cendrée ou jaunâtre, B. Ces bancs, fortement relevés, de 50° environ, avec plongement vers l'est, contiennent de grands et nombreux Inocérames qui se rapportent à l'*I. Cuvieri*, Sow.; une autre espèce, plus petite et probablement nouvelle, se rapproche de l'*I. Goldfusianus*. Un peu plus loin, dans les couches C, j'ai recueilli l'*Offaster Heberti*, Mun.-Ch., espèce considérée par M. Cotteau comme voisine de l'*Holaster integer*, Cott. (*in* Bouillé, 1873 et 1876, *Paléont. de Biarritz*). Enfin les couches D présentent d'assez nombreux échantillons de l'*Heteroceras polyplocum*, Ræm. spec.

» Près de la ville, ces bancs sont complètement masqués par des éboulis et de la végétation, mais au delà, vers l'est-nord-est, les collines sont aussi

formées de bancs réguliers qui, de loin, présentent le même aspect : on en aperçoit très bien les couches relevées presque à pic, avec des pendages variables à l'est ou à l'ouest, qui paraissent provenir de plissements dans la masse.

» En s'élevant sur la hauteur qui domine le Keff par une montée rapide complètement couverte de terre et de débris caillouteux, on atteint les rochers du sommet à la base desquels se trouve une assise marneuse jaunâtre, E, dont l'aspect noduleux simule, à une certaine distance, un véritable conglomérat; j'ai pu y recueillir deux Cythérées : l'une, la *C. Tissoti*, Mun.-Ch., appartenant aux couches du sénonien supérieur des chotts de Tunisie, l'autre probablement nouvelle, et deux Échinides nouveaux, probablement voisins des *Faujasia*.

» Immédiatement au-dessus de ce banc marneux et sans aucune séparation appréciable, se trouve le calcaire N, gris, compact, pétri de Nummulites. Cette roche forme sur le faîte de la montagne un long plateau parcouru, dans son grand axe nord-sud, par une ligne synclinale d'effondrement qui s'abaisse vers la ville. Les bords de ce plateau, coupés à pic sur leur pourtour, forment autour du sommet des crêtes de 8^m à 10^m de hauteur, très caractéristiques et d'un très bel aspect, surtout à distance.

» Sur ce plateau nummulitique se trouve un lambeau de miocène M, caractérisé par l'*Ostrea crassissima* que j'ai trouvée sur le sol, mais je n'ai pas aperçu les couches qui la renferment. Quelques grands fragments de la roche nummulitique se sont détachés du sommet et ont glissé sur divers points au-dessous du couronnement dont ils interrompent par intervalles la régularité.

» Les environs du Keff présentent donc une superposition régulière du crétacé supérieur, de l'éocène et du miocène, dont l'étude plus détaillée offrirait un grand intérêt. »

M. Hébert insiste sur l'intérêt que présente la Note de M. *P. Marès*.

« Les fossiles recueillis auprès du Keff appartiennent, les uns à la craie (étage sénonien), les autres à l'éocène moyen (couches à *Nummulites perforata*). Ce dernier terrain repose directement sur le précédent, sans interposition d'éocène inférieur. La partie la plus élevée, E, du terrain crétacé, où M. Paul Marès a recueilli de petits Échinides curieux, voisins des *Faujasia*, appartient peut-être à l'étage danien. Cette couche est très riche en fossiles; elle mériterait d'être explorée avec soin. Sa position, immédiatement

au-dessous des calcaires nummulitiques N, permettra de la retrouver aisément.

» Les couches inférieures D et C renferment, les unes, C, une espèce d'Échinodermes (*Offaster*, n. sp.), que M. Hébert a recueillie dans le sénonien supérieur des Pyrénées, à Gan, près de Pau, et à Bidart, près de Biarritz; les autres, D, renferment *Heteroceras polyplocum*, fossile éminemment caractéristique du sénonien supérieur de Tercis, près de Dax, et de la même assise, à Haldem (Westphalie). Cet horizon remarquable de Céphalopodes de Tercis et de Haldem (couches à *Ammonites robustus*, *A. Neubergicus*), qui, ainsi que M. Hébert l'a démontré, correspond exactement à la craie à *Belemnitella mucronata* de Meudon, dont il est synchronique, se trouve donc reconnu, grâce aux recherches de M. Paul Marès, jusque dans la partie septentrionale de l'Afrique. »

CRISTALLOGRAPHIE. — *Sur les rapports qui existent entre les réseaux cristallins des différents corps.* Note de M. E. **Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« Le chlorate de soude cristallise dans le système cubique. En faisant cristalliser cette substance sous le microscope polarisant, j'ai constaté qu'elle est dimorphe, et que, sous la forme instable, elle est isomorphe de l'azotate de soude. J'ai vérifié cet isomorphisme, en faisant cristalliser ensemble ces deux corps. Le bromate de soude présente les mêmes propriétés.

» Le chlorate de potasse cristallise dans le système clinorhombique, mais la maille de son réseau est extrêmement près d'être un rhomboèdre identique à celui de l'azotate de soude. J'ai vérifié l'exactitude de ce rapprochement, en faisant cristalliser ce sel avec de l'azotate de potasse, qui possède une forme instable rhomboédrique, isomorphe de celle de l'azotate de soude.

» On conclut de ces faits que les chlorates et les azotates alcalins sont isomorphes entre eux, malgré l'incompatibilité apparente de leurs formes cristallines. Mais on peut tirer, de ces expériences et d'autres faits antérieurement connus, une conclusion bien plus importante.

» Lorsque le chlorate de soude passe de sa forme instable rhomboédrique à sa forme stable cubique, ce changement dans la symétrie intérieure se produit, sans que ni la masse du cristal, ni sa surface extérieure soient sensiblement altérées. Ce fait démontre que la transformation n'est accompagnée d'aucune modification, au moins notable, dans la forme du réseau, c'est-à-dire dans la position des centres de gravité des molécules.

» Le chlorate de soude, sous ses deux états, a donc un réseau cubique. Les paramètres de la forme rhomboédrique doivent par conséquent avoir des rapports simples avec ceux du cube. C'est, en effet, ce qui a lieu, car l'angle du rhomboèdre est de 106°3′ environ, et la longueur de l'axe ternaire du rhomboèdre de 107°6′ est les deux tiers de celui du cube.

» J'ai déjà montré antérieurement, dans diverses publications, que cette permanence du réseau cristallin, malgré les changements de symétrie, est un fait général, qui explique d'ailleurs la liaison cristallographique étroite, signalée jadis par M. Pasteur, entre les deux formes d'une même substance dimorphe. Jai montré en outre comment ces changements de symétrie, dans un réseau qui reste identique, sont produits par des hémitropies moléculaires, c'est-à-dire par des changements périodiquement répétés dans l'orientation des molécules.

» Quoi qu'il en soit, le réseau du chlorate de soude étant cubique, il doit en être de même de celui de l'azotate de soude qui lui est isomorphe; de ceux des azotates de potasse, d'ammoniaque et d'argent qui sont isomorphes avec l'azotate de soude; enfin de celui du chlorate de potasse, qui est isomorphe avec l'azotate de potasse.

» On constate en effet que les paramètres cristallographiques de l'azotate d'argent sont très voisins de ceux d'un réseau cubique rapporté à deux axes binaires et à un axe quaternaire. Les paramètres de l'azotate de potasse rhombique sont presque exactement ceux d'un réseau cubique rapporté à un axe ternaire, à un axe binaire et à la rangée perpendiculaire. Il en est de même des paramètres de l'azotate d'ammoniaque, qui, d'ailleurs, d'après les belles recherches de M. O. Lehmann, passe successivement, à mesure qu'on élève la température, de la forme rhombique du nitre à la forme rhomboédrique de l'azotate de soude, enfin à la forme cubique.

» Si l'on remarque d'ailleurs que les azotates de baryte, de strontiane et de plomb sont cubiques; que l'azotate de lithine est isomorphe de celui de soude; que les azotates de cœsium et de rubidium cristallisent en rhomboèdres dont les paramètres sont ceux d'un réseau cubique rapporté à un axe ternaire et aux bissectrices des axes binaires, on arrive à cette conclusion que tous les azotates anhydres ont des réseaux très voisins de celui du cube.

» Il est aisé de voir, par le même mode de raisonnement, que les chlorates, les bromates et les iodates ont tous aussi un réseau cubique.

» J'ai naturellement cherché à voir si cette conclusion s'applique à

d'autres classes de corps. J'ai en effet constaté qu'elle s'étend aux carbonates anhydres, dont les uns, comme la calcite, ont les paramètres de l'azotate de soude, et dont les autres, comme l'aragonite, ont les paramètres du nitre. Il en est encore de même pour tous les protoxydes, tous les bioxydes, tous les sesquioxydes, pour tous les protosulfures et les sesquisulfures. Ce dernier fait permet de considérer comme produits par des mélanges isomorphes les nombreux polysulfures que nous montre la nature et dont les principaux sont le cuivre gris cubique et l'argent rouge isomorphe de la calcite et de l'azotate de soude. La même conclusion s'étend encore aux fluorures, chlorures, bromures, iodures, cyanures; aux sulfates, aux chromates, aux silicates, aux tartrates, etc.

» Pour toutes ces substances, les paramètres cristallographiques sont des multiples très simples (1, 2, 3), ou des sous-multiples non moins simples $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{3}, \frac{3}{2}\right)$ des paramètres du réseau cubique; et pour beaucoup d'entre elles, on peut démontrer, par des considérations de dimorphisme et d'isomorphisme analogues à celles que nous avons invoquées dans le cas des chlorates et des azotates, que le réseau cristallin est bien réellement pseudo-cubique.

» Il peut paraître, d'après cela, assez vraisemblable que la même conclusion doit s'étendre à toutes les substances cristallisées, et que tous les corps doivent être considérés comme ayant un réseau cristallin pseudo-cubique.

» Je suis obigé de renvoyer à un Mémoire spécial l'étude détaillée des procédés d'hémitropie moléculaire qu'emploie la nature pour concilier la quasi-identité du réseau des centres de gravité des molécules avec les différences si frappantes, entre la symétrie et les paramètres cristallins, qui distinguent les substances cristallisées les unes des autres. Je me contenterai de remarquer que les conclusions, au premier abord si paradoxales, à laquelle m'ont conduit des recherches entreprises dans un tout autre but, ne font après tout que mettre en harmonie les propriétés morphologiques des cristaux avec toutes leurs autres propriétés physiques.

» Il est en effet très frappant que toutes les propriétés physiques des cristaux sont voisines de celles qui caractérisent les corps isotropes, les ellipsoïdes optiques, thermiques, élastiques, magnétiques, de dilatation, d'absorption, etc., étant tous très peu différents d'une sphère. Ce fait général ne se comprend aisément que si tous les réseaux cristallins sont peu différents de celui qui caractérise l'isotropie. »

M. L. **Dandeville** adresse une Note intitulée : « Blocs soi-disant erratiques de Silly, et aérolithe de Laigle ».

M. Ch. **Reignier** adresse une démonstration d'un théorème de Géométrie élémentaire.

M. G. **Rafin** adresse une Note relative à une espèce de Fourmi, qu'il a observée à l'île Saint-Thomas, et qu'il propose d'appeler « Fourmi ignivore ».

Un grand feu de bois ayant été allumé à une certaine distance de la fourmilière, il a pu constater que les Fourmis s'y précipitaient par milliers, jusqu'à l'extinction complète du foyer.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 4 AOUT 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Réponse à deux Notes de M.* Wroblewski; par M. L. Cailletet.

« On me communique une Note présentée à l'Académie des Sciences de Cracovie, dans laquelle M. Wroblewski fait de ses travaux et des miens un historique qui me paraît mériter quelques observations.

» Dans les *Comptes rendus*, M. Wroblewski consent à me donner satisfaction; mais, quand il écrit en langue polonaise, il se fait une part exagérée en diminuant la mienne ([1]). M. Wroblewski dit, en effet, que *tous les efforts faits jusqu'à présent pour liquéfier l'hydrogène ont échoué devant l'impossibilité d'obtenir une température suffisamment basse. M. Cailletet, qui prétendait toujours avoir vu en* 1877 *l'hydrogène à l'état de brouillard, a dernièrement changé d'avis et considère la liquéfaction de l'hydrogène comme un problème restant à résoudre.*

([1]) Académie des Sciences de Cracovie, séance du 21 janvier 1884.

» L'Académie sait que je n'ai jamais changé d'avis sur les résultats de mes premières recherches, et que je maintiens toutes mes assertions antérieures.

» Dans les *Comptes rendus* de la séance du 21 juillet dernier, se trouve une réclamation de priorité adressée par M. Wroblewski à l'occasion d'une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie *Sur l'emploi du formène, pour la production des très basses températures* ([1]). »

» M. Wroblewski prétend, en effet, que ses expériences datent du mois de mars dernier, tandis que ce n'est qu'en avril, pendant son dernier séjour à Paris, que je lui ai parlé de mes recherches sur le formène.

» Je ne sais à quelle époque précise remontent les expériences que M. Wroblewski a fait connaître un mois environ après ma Communication, mais je suis heureusement en mesure de pouvoir mettre à néant sa réclamation. En effet, j'ai eu la précaution de déposer un pli cacheté, dont l'Académie a bien voulu accepter le dépôt dans sa séance *du 12 décembre* 1881, et qui cette fois au moins établira, de la manière la plus formelle, mes droits à la priorité de recherches que je poursuis depuis bien des années déjà. En conséquence, je prie M. le Président de vouloir bien ordonner l'ouverture de mon pli cacheté et d'en donner lecture à l'Académie.

Ce pli, inscrit le 12 décembre 1881, sous le n° 3538, est ouvert en séance par M. le Président. Il contient la Note suivante :

« Je m'occupe en ce moment de recherches qui seront longues et ne pourront être publiées que dans un temps assez éloigné.

» J'ai dû entretenir plusieurs personnes des détails de ces recherches : il pourrait donc être utile d'établir, le cas échéant, mes droits à la priorité, si un auteur me devançait ; c'est dans ce but que je dépose cette Note, qui contient le résumé de mon travail.

» Je cherche en ce moment à obtenir des froids plus grands que ceux dont disposent les physiciens.

» Je mesure, au moyen du thermomètre à air ou à hydrogène et des appareils de Regnault, l'abaissement de température que donnent les mélanges d'acide carbonique, de protoxyde d'azote et de chlorure de méthyle ou d'autres corps très volatils. Au moyen d'une pompe à piston plongeur recouvert de mercure, ce qui permet d'éviter toute rentrée d'air et tous les espaces nuisibles, je peux obtenir la liquéfaction de grandes quantités non seulement d'acide carbonique, de protoxyde d'azote, mais encore de formène et d'éthylène dont les points critiques sont très inférieurs à ceux de l'acide carbonique ; j'ai donc à peu près la

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1565.

certitude d'obtenir des températures très basses en plongeant mes appareils dans ces gaz liquéfiés et bouillant à la pression atmosphérique.

» Je vais étudier aussi la loi de la compressibilité de l'azote, de l'hydrogène, etc., à ces températures très basses.

» J'espère enfin pouvoir liquéfier l'oxygène, l'azote et les autres gaz d'une manière complète, en les refroidissant au moyen de l'éthylène, ou du formène bouillant, après les avoir comprimés dans un tube recourbé, en employant mon appareil bien connu de l'Académie. »

PHYSIQUE AGRICOLE. — *Influence de la température sur l'hygroscopicité de la terre végétale;* par M. Th. Schlœsing.

« On sait qu'une substance douée d'hygroscopicité, exposée au contact de l'air, absorbe ou perd de l'eau en vertu d'une différence entre la tension de la vapeur d'eau dans l'air et la tension de la vapeur de l'eau confinée dans la substance. Il n'y a plus de gain ni de perte quand les deux tensions sont arrivées à l'égalité. Nos connaissances sur l'hygroscopicité ne vont guère au delà de cette notion élémentaire : on s'est peu occupé de sa mesure, et nous ignorons quelles sont ses relations avec la température. L'étude de ces relations n'est pourtant pas sans intérêt; elle se présente chaque fois qu'il est question de la dessiccation d'un corps au contact de l'atmosphère : elle prend une réelle importance quand ce corps est la terre végétale, en raison du rôle essentiel de l'eau dans la végétation.

» Dans son travail classique sur les propriétés physiques des sols, Schübler s'est borné à mesurer l'hygroscopicité relative des terres qu'il avait prises pour types, dans des conditions identiques d'humidité de l'air et de chaleur, mais sans faire varier la température. Celle-ci a été introduite pour la première fois dans l'étude de l'hygroscopicité de la terre végétale par M. H. Mangon (*Comptes rendus*, 2e semestre, 1869). Mon savant confrère distingue trois conditions variables à étudier tour à tour : la nature de la terre, son degré d'humidité, sa température. Entre autres résultats de ses expériences, il cite ce fait intéressant que deux terres voisines, placées dans les mêmes conditions d'humidité et de chaleur, peuvent se comporter très différemment, selon leur hygroscopicité; l'une absorbera de l'humidité et restera fraîche, pendant que l'autre perdra son eau et se desséchera.

» J'ai repris l'étude de l'influence de la température sur l'hygroscopicité des sols, en ayant recours à une méthode générale, employée et re-

commandée par Regnault, la méthode chimique consistant à doser par pesée l'eau contenue en vapeur dans un volume d'air connu; cet air a été mis auparavant en contact intime avec la terre végétale, et la force élastique de sa vapeur est précisément égale à celle de la vapeur de l'eau contenue dans la terre.

» La terre, réduite au préalable en un mélange perméable de poudre et de petits fragments, est versée dans un tube en cuivre de 45^{mm} de diamètre sur $1^{m},10$ de long, qui en peut contenir de 1800^{gr} à 2^{kg}. Le fond du tube est formé par un cône dont la pointe est soudée à un tube en plomb presque capillaire, qui se relève le long du tube; le tout est contenu dans un cylindre en métal, plein d'eau : celle-ci est entretenue à une température constante par un très petit bec de gaz dont la flamme est réglée par un thermorégulateur. Vers le haut du tube en cuivre, le tube de plomb se recourbe, traverse sous l'eau la paroi du bain, et va se relier à un appareil desséchant contenant de l'acide sulfurique concentré; cet appareil est relié à son tour avec un gazomètre. Je ne veux pas entrer ici dans une description plus détaillée d'appareils que tout chimiste exercé sait établir : je mentionnerai seulement quelques précautions prises en vue de l'exactitude des résultats.

» Avant d'être versée dans le tube de cuivre, la terre séjourne au moins quinze jours dans un vase clos et y est fréquemment remuée; l'égale répartition de l'humidité est ainsi assurée. Son humidité est déterminée, à la température de 116°, au moment de l'introduction; et, lorsque l'expérience ou la série des expériences est terminée, je détermine de nouveau l'humidité dans la partie inférieure de la colonne de terre, non dans la supérieure qui peut avoir pris ou abandonné un peu d'eau à l'air puisé au dehors. Les deux humidités doivent être identiques. La terre, presque sèche, est très peu conductrice de la chaleur; aussi je ne commence une expérience que vingt-quatre heures après l'établissement de la température voulue dans le bain. L'air traverse la terre avec une extrême lenteur, un litre à l'heure; son contact avec elle dure environ vingt minutes; c'est assez pour assurer un parfait équilibre de tension de vapeur d'eau entre la terre et l'air. Le bout de tuyau de plomb compris entre le bain et l'appareil desséchant est maintenu à une température supérieure à celle du laboratoire, afin qu'il ne s'y produise aucune condensation. Lorsque la température ambiante dépasse celle que je veux entretenir dans la terre, je fais couler dans le bain un filet continu d'eau glacée, capable d'abaisser la tempéra-

ture au-dessous du point voulu : je puis dès lors continuer à régler la température avec une petite flamme. L'eau du bain est constamment agitée par un courant d'air insufflé par une trompe.

» Chaque expérience dure environ seize heures; à cinq ou six reprises on lit, pendant sa durée, le baromètre et le thermomètre du bain; celui-ci ne varie jamais de $\frac{1}{10}$ de degré; on détermine ensuite la pression barométrique et la température moyennes, applicables à l'expérience.

» Les calculs à effectuer sont très simples. Lecture faite de la température du gazomètre et du baromètre, on calcule le volume V_0, à zéro et 760^{mm}, de l'air sec qui a passé dans l'appareil desséchant.

» Soit p le poids de vapeur condensée dans cet appareil; en le divisant par 0,80475, on a le volume v_0, à zéro et 760^{mm}, de cette vapeur.

» Soient H la moyenne des pressions barométriques observées pendant l'expérience et t la moyenne des températures;

» Soient enfin f la force élastique de la vapeur dans la terre, ou, ce qui revient au même, dans l'air qui en sort, et F la force élastique maxima de la vapeur d'eau correspondant à t.

» Le volume total d'air et de vapeur sortant de la terre, à la température t, à la pression H, est

$$(V_0 + v_0)(1 + \alpha t)\frac{760}{H}$$

et la pression de la vapeur dans le mélange est $f = H \dfrac{v_0(1+\alpha t)\frac{760}{H}}{(V_0+v_0)(1+\alpha t)\frac{760}{H}}$,

ou simplement $f = H\dfrac{v_0}{V_0 + v_0}$.

» Par suite, l'état hygrométrique ou humidité relative de l'atmosphère confinée dans la terre est

$$\frac{f}{F} = \frac{Hv_0}{F(V_0 + v_0)}.$$

» Je n'ai encore opéré que sur une seule terre, prélevée dans les environs de Neauphle-le-Château (Seine-et-Oise) : elle contient beaucoup d'éléments sableux très fins, 10 pour 100 d'argile demeurant en suspension dans l'eau distillée pendant vingt-quatre heures, quelques millièmes de calcaire, enfin 3 pour 100 de matière organique. C'est une terre très fertile.

» Les résultats obtenus sont présentés dans le Tableau suivant :

Humidité pour 100 de terre sèche.	t.	f.	F.	$\frac{f}{F}$.
	°	mm	mm	
0,82	9,14	1,55	8,658	0,180
	14,15	2,22	12,025	0,185
	19,25	3,12	16,603	0,188
	24,25	4,56	22,521	0,203
	29,18	6,30	30,096	0,209
	34,28	9,03	40,185	0,225
1,53	12,65	4,33	10,911	0,400
	16,69	5,78	14,139	0,409
	21,05	7,76	18,553	0,418
	24,53	9,96	22,899	0,435
	29,47	13,66	30,607	0,446
	34,30	18,65	40,230	0,464
2,14	9,20	5,70	8,690	0,656
	14,17	6,98	12,041	0,662
	19,15	10,94	16,500	0,663
	24,33	14,93	22,628	0,660
	29,23	20,56	30,183	0,681
	34,22	27,66	40,052	0,691
2,83	9,05	7,14	8,603	0,830
	14,15	10,16	12,025	0,845
	19,15	13,97	16,501	0,846
	24,25	19,00	22,521	0,844
	29,19	25,62	30,114	0,851
	34,09	34,11	39,764	0,858
4,64	9,17	8,32	8,673	0,960
	14,25	11,55	12,103	0,954
	19,15	15,79	16,501	0,957
	24,25	21,66	22,521	0,962
	29,17	29,04	30,079	0,966
	34,15	38,70	39,897	0,970

» On voit de suite que le rapport $\frac{f}{F}$ s'élève lentement avec la température, c'est-à-dire que f croît relativement un peu plus vite que F.

» Si $\frac{f}{F}$ demeurait constant, pour une même humidité de la terre, j'énoncerais le fait de la manière suivante : quand une terre exposée à l'atmosphère est arrivée à l'*équilibre d'humidité*, la quantité d'eau qu'elle con-

tient demeure la même, malgré les variations de la température, si l'état hygrométrique de l'air demeure aussi le même.

» Mais, comme le rapport $\frac{f}{F}$ n'est constant qu'*à peu près,* je dirai seulement que, pour un même état hygrométrique de l'atmosphère, la terre prend *à peu près* une même humidité, indépendamment des variations de température comprises entre 9° et 35°.

» Il y a lieu de penser que cette conclusion s'étend à beaucoup d'autres substances, douées d'hygroscopicité, et notamment au cheveu de l'hygromètre de Saussure. Si cet instrument indique, avec une exactitude jugée suffisante, l'état hygrométrique de l'air, indépendamment de la température, c'est sans doute parce que le cheveu prend à peu près la même humidité pour un même état hygrométrique de l'air réalisé à des températures différentes.

» Je m'en tiens à ces courtes observations. J'aurai l'occasion d'en présenter d'autres, lorsque j'aurai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de ces recherches. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur le changement des excentricités des orbites planétaires, dû à la concentration de la matière dans l'espace.* Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite par M. **Hugo Gyldén.**

« L'intégration des équations (1) de la dernière Lettre que je vous ai adressée, à savoir celle-ci [1]:

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \left(\frac{A}{r^3} + \mu_2 - \frac{A}{R^3}\right)x = 0,$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} + \left(\frac{A}{r^2} + \mu_2 - \frac{A}{R^3}\right)y = 0,$$

d'où dépend la solution du problème cosmologique proposé par M. Faye, s'effectue de la manière que je me permets de vous présenter dans les lignes suivantes.

» J'ai déjà remarqué une première intégrale, à savoir

$$x\frac{dy}{dt} - y\frac{dx}{dt} = \sqrt{c}.$$

[1] Voir *Comptes rendus*, 2 juin 1884.

Posons

$$x = r\cos v, \quad y = r\sin v;$$

nous aurons

$$r^2 \frac{dv}{dt} = \sqrt{c}$$

et

$$\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \frac{c}{r^2}.$$

» L'intégrale des forces vives n'existant pas dans notre problème, nous aurons des équations (1), du moins une équation de second ordre en r. En effet, au moyen de la valeur que nous avons déduite de $\frac{dv}{dt}$, on obtient

$$\frac{d^2 r}{dt^2} - \frac{c}{r^3} + \mu_2 r = -\mathrm{A}\left(\frac{1}{r^3} - \frac{1}{\mathrm{R}^3}\right) r.$$

» Pour trouver l'intégrale de cette équation, j'y introduis, au lieu de t, la variable indépendante v, puis j'ajoute aux deux membres le terme $\frac{\gamma}{r}$, γ étant une fonction encore à notre disposition, et enfin j'échange la variable v pour une nouvelle ϑ, déterminée par l'équation

$$\frac{d\vartheta}{dv} = \sqrt{1 + \gamma}.$$

Après avoir effectué ces opérations, on obtiendra

$$\frac{d^2 \frac{p}{r}}{d\vartheta^2} + \frac{p}{r} = \frac{p}{1+\gamma}\left[\frac{\mu_2 p^3}{c}\left(\frac{r}{p}\right)^3 + \frac{\gamma}{p}\frac{p}{r} + \frac{\mathrm{A}}{c}\left(1 - \frac{r^3}{\mathrm{R}^3}\right)\right] - \frac{1}{2}\frac{1}{1+\gamma}\frac{d\gamma}{d\vartheta}\frac{d\frac{p}{r}}{d\vartheta},$$

p étant un facteur constant dont le but est de rendre les résultats aussi évidents que possible.

» On conclut de l'équation que nous venons de trouver la forme suivante de l'intégrale :

$$\frac{p}{r} = \mathrm{L} + \varphi_1 \cos\vartheta + \varphi_2 \sin\vartheta,$$

L, φ_1, φ_2 étant des fonctions à déterminer qui, dans le cas où $\mathrm{A} = \mu_2 \mathrm{R}^3$, acquièrent des valeurs constantes, mais qui en général jouissent de la propriété que les valeurs de $\frac{d\mathrm{L}}{d\vartheta}$, $\frac{d\varphi_1}{d\vartheta}$, $\frac{d\varphi_2}{d\vartheta}$ restent toujours très petites.

» Cela posé, nous introduirons, dans l'équation différentielle précédente, la valeur de $\frac{p}{r}$. En développant suivant les puissances de $\frac{\varphi_1}{\mathrm{L}}$ et de $\frac{\varphi_2}{\mathrm{L}}$,

nous obtiendrons le résultat ci-dessous, dans lequel on s'est arrêté aux premiers termes,

$$\frac{d^2\frac{p}{r}}{d\vartheta^2}+\frac{p}{r}=\frac{p}{1+\gamma}\left[\frac{\mu_2 p^3}{cL^3}+\frac{\gamma}{p}L+\frac{A}{c}\left(1-\frac{p^3}{R^3L^3}\right)+3\frac{p^3\varphi_1^2}{cL^5}\left(\mu_2-\frac{A}{R^3}\right)\right]$$
$$+\frac{p}{1+\gamma}\left[\frac{\gamma}{p}-3\frac{\mu_2 p^3}{cL^4}\left(\mu_2-\frac{A}{R^3}\right)\right](\varphi_1\cos\vartheta+\varphi_2\sin\vartheta)$$
$$-\frac{1}{2}\frac{1}{1+\gamma}\frac{d\gamma}{d\vartheta}\left(\frac{dL}{d\vartheta}+\frac{d\varphi_1}{d\vartheta}\cos\vartheta+\frac{d\varphi_2}{d\vartheta}\sin\vartheta-\varphi_1\sin\vartheta+\varphi_2\cos\vartheta\right).$$

» Maintenant, si nous établissons les conditions

$$L=\frac{\mu_2 p^4}{cL^3}+3\frac{\mu_2 p^4\varphi_1^2}{cL^5}+\frac{rA}{c}\left(1-\frac{p^3}{R^3L^3}-3\frac{p^3\varphi_1^2}{R^3L^5}\right),$$
$$\gamma=3\frac{p^4}{cL^4}\left(\mu_2-\frac{A}{R^3}\right),$$
$$0=\frac{dL}{d\vartheta}+\frac{d\varphi_1}{d\vartheta}\cos\vartheta+\frac{d\varphi_2}{d\vartheta}\sin\vartheta,$$

l'équation que nous avons déduite devient

$$\frac{d^2\frac{p}{r}}{d\vartheta^2}+\frac{p}{r}=L-\frac{1}{2}\frac{1}{1+\gamma}\frac{d\gamma}{d\vartheta}(-\varphi_1\sin\vartheta+\varphi_2\cos\vartheta).$$

Mais on aura, par différentiation de l'expression établie de $\frac{p}{r}$,

$$\frac{d^2\frac{p}{r}}{d\vartheta^2}+\frac{p}{r}=L-\frac{d\varphi_1}{d\vartheta}\sin\vartheta+\frac{d\varphi_2}{d\vartheta}\cos\vartheta,$$

d'où l'on tire, en comparant ces deux expressions,

$$\frac{d\varphi_1}{d\vartheta}\sin\vartheta-\frac{d\varphi_2}{d\vartheta}\cos\vartheta=\frac{1}{2}\frac{1}{1+\gamma}\frac{d\gamma}{d\vartheta}(-\varphi_1\sin\vartheta+\varphi_2\cos\vartheta),$$

et maintenant on déduira aisément les deux équations suivantes :

$$\frac{d\varphi_1}{d\vartheta}=-\frac{1}{4}\frac{1}{1+\gamma}\frac{d\gamma}{d\vartheta}\varphi_1,$$
$$\frac{d\varphi_2}{d\vartheta}=-\frac{1}{4}\frac{1}{1+\gamma}\frac{d\gamma}{d\vartheta}\varphi_2,$$

où l'on a omis tous les termes contenant des fonctions trigonométriques de ϑ.

» En désignant par c_1 et c_2 deux constantes arbitraires, on obtient tout de suite

$$\varphi_1 = \frac{c_1}{\sqrt[4]{1+\gamma}}, \quad \varphi_2 = \frac{c_2}{\sqrt[4]{1+\gamma}},$$

et il est facile de voir qu'on peut choisir les constantes c_1 et c_2 de telle façon que c_2 deviennne égal à zéro.

» Afin que L acquière la valeur 1 pour $A = 0$, posons

$$\frac{p^4}{c} = \frac{1}{\mu_2(1+3\Phi_1^2)};$$

et, dans l'hypothèse $A = 0$,

$$p = a\sqrt{\frac{1-e^2}{1+3\varphi_1^2}}.$$

» On a établi plus haut une valeur de γ où sont négligés les termes dépendant de φ_1^2; en y introduisant $A = 0$ et la valeur que nous avons déduite de p, si l'on néglige toujours les termes en φ_1^2, on obtiendra

$$\gamma = 3,$$

ce qui nous donne

$$\vartheta = 2\nu$$

et, en conséquence,

$$\frac{a}{r}\sqrt[4]{\frac{1-e^2}{1+3\varphi_1^2}} = 1 + \varphi_1 \cos 2\nu.$$

» Concevons maintenant, en particulier, le cas où est disparue la fonction A. On sait qu'alors le mobile décrit une ellipse autour du centre de gravité comme centre de la courbe. Que l'on se rappelle la formule

$$\frac{a}{r}\left(1 - \frac{1}{4}e^2 - \frac{9}{64}e^4 - \ldots\right) = 1 + \frac{1}{4}e^2\cos 2\nu + \ldots,$$

correspondant au cas que nous envisageons, il serait facile de voir qu'on doit déterminer la valeur particulière de φ_1 au moyen de l'expression

$$\varphi_1 = \tfrac{1}{4}e^2,$$

ce qui nous donne

$$c_1 = \varphi_1\sqrt[4]{1+\gamma} = \frac{e^2}{\sqrt{8}}.$$

» Dans l'état final du système, c'est-à-dire lorsque la concentration de la matière est finie, on aura

$$A = \mu_2 R^3,$$

d'où il résulte

$$\gamma = 0, \quad L = \frac{\mu_2 p R^3}{c}$$

ou bien

$$\frac{p}{L} = \frac{c}{\mu_2 R^3} = a(1 - \eta^2).$$

Mais, parce qu'on a maintenant

$$\frac{p}{Lr} = 1 + \frac{\varphi_1}{L}\cos v,$$

on trouve, en vertu des valeurs précédentes de φ_1 et de L,

$$\frac{a(1 - \eta^2)}{r} = 1 + \frac{e^2}{\sqrt{2}}\cos v.$$

De l'autre côté, si l'on a

$$A = \mu_2 R^3,$$

la trajectoire du mobile sera une ellipse képlérienne, d'où résulte la relation

$$\frac{a(1 - \eta^2)}{r} = 1 + \eta \cos v.$$

Nous en concluons, en la comparant à l'équation précédente,

$$\eta = \frac{e^2}{\sqrt{8}}\left(\frac{a}{R}\right)^3,$$

ce qui nous montre que l'excentricité de l'orbite d'une planète doit être très petite, puisqu'elle est restée toujours dans l'intérieur de la sphère dont le rayon est égal à R. On conclut, en outre, en considérant la formule donnée dans ma dernière Lettre,

$$a R^3(1 - \eta^2) = a^4(1 - e^2),$$

que les valeurs les plus grandes des excentricités actuelles doivent correspondre aux valeurs peu considérables de a. »

RAPPORTS.

MÉDECINE. — *Rapport sur diverses Communications relatives au choléra.*

(Commissaires : MM. Gosselin, Vulpian, Marey, Bert, Richet, Pasteur, Bouley; Charcot, rapporteur.)

« J'ai eu à examiner, comme rapporteur, quarante-trois Lettres, Notes ou Mémoires, adressés à l'Académie et relatifs au traitement du choléra asiatique. J'ai le regret de dire que, dans l'accomplissement de cette tâche, je n'ai pas été plus heureux que ne l'avait été mon Confrère M. Vulpian, dans une circonstance analogue. Mon examen, en effet, ne m'a fourni aucun résultat qui mérite d'être pris en considération.

» La plupart de ces Lettres (trente-sept) ont été adressées par des personnes étrangères à la profession médicale et, plus généralement, aux Sciences biologiques. Il ne faut pas s'étonner, par conséquent, qu'elles contiennent presque toujours des naïvetés qui prêteraient à rire si le cas n'était pas aussi sérieux. Il faut d'ailleurs tenir compte des bonnes intentions. Toutes ces Lettres, en effet, n'ont pas été dictées par l'amour du lucre ou de la notoriété, car souvent les auteurs ont discrètement gardé l'anonyme. Il faut plutôt y voir, en général, pensons-nous, l'un des effets de la *manie d'improviser en Médecine*, travers encore si communément répandu, on le sait, même parmi les gens éclairés. L'un considère les évacuations cholériques comme représentant un effort de la nature qu'il ne faut pas contrarier et conseille aux malades de boire de grandes quantités d'eau de source; deux autres conseillent l'ingestion d'huile d'olives. Celui-ci préconise la saignée, celui-là voudrait qu'on bût de l'urine d'enfant, etc., etc.

» Les Notes ou Mémoires émanant de médecins ou d'étudiants en Médecine ont nécessairement un tout autre caractère. Malheureusement on n'y trouve guère que des théories plus ou moins ingénieuses sur ce que l'on appelle « la nature » du choléra, avec des projets de médication déduits plus ou moins logiquement de ces théories. La sanction expérimentale fait absolument défaut. Les principaux moyens proposés sont les injections hypodermiques, soit de phénate de quinine (?), soit de chlorure de pilocarpine, l'emploi à l'intérieur du sulfate de quinine à haute dose, de l'eau oxygénée, de la limonade sulfurique.

» Une Note sur *l'enchaînement des lésions et des symptômes du choléra asia-*

tique et sur les indications qui en dérivent pour le traitement préventif et curatif de cette maladie mérite une place à part, parce qu'elle a été adressée par M. le Dr Duboué, de Pau, auquel on doit la publication de plusieurs travaux importants. L'auteur cherche d'abord à établir, en se fondant sur les résultats obtenus par quelques anatomo-pathologistes, que l'agent cholérique, introduit primitivement par les voies respiratoires, pénètre ensuite dans le système des artères et des capillaires de l'arbre aortique, où il détermine la desquamation de l'endothélium vasculaire. L'agent pénètre consécutivement dans l'intestin, où il provoque la desquamation de l'épithélium de la membrane muqueuse. La diarrhée qui se produit en conséquence est due à une sorte de filtration du sérum du sang qui se fait à travers la mince couche de chorion des villosités intestinales dépouillées de leur épithélium.

» En thérapeutique, la conséquence de cette théorie est qu'il n'y a qu'une seule indication pour le traitement préventif individuel et deux indications pour le traitement curatif.

» L'indication du traitement *préventif* consiste *à fortifier* (*sic*) à l'avance tout le système endothélial et épithélial, de façon à leur permettre de résister lorsque l'agent cholérigène viendra à pénétrer dans l'organisme. Cela s'obtiendra en administrant journellement aux personnes exposées à la contagion deux doses de $0^{gr},25$ chacune de tannin pur préparé à l'éther.

» Pour ce qui est du traitement *curatif*, la première indication consiste surtout à rétablir la circulation interrompue. Le moyen d'obtenir ce résultat a déjà été employé par un grand nombre de médecins. Il s'agit de pratiquer des injections intraveineuses abondantes d'un sérum artificiel auquel il conviendra, suivant M. Duboué, d'ajouter 1^{gr} par litre de tannin à l'éther.

» La seconde indication sera remplie en reprenant, dès que la circulation sera rétablie, l'emploi du tannin à la dose de 3^{gr}, 6^{gr} et 8^{gr} par jour, dans le but de favoriser la régénération des endothéliums et les épithéliums.

» Nous nous sommes borné à exposer, sans vouloir entrer dans la critique. Il suffira de remarquer, pensons-nous, qu'une série d'observations cliniques et d'expériences thérapeutiques régulièrement instituées pourraient seules permettre d'atteindre le but visé par l'institution du prix Bréant. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Michel Young** adresse, de Lima, par l'entremise du Ministère des Affaires étrangères, un Mémoire écrit en portugais et portant pour titre : « Théorie de la Terre ».

(Renvoi à l'examen de M. Daubrée.)

M. le **Chargé d'affaires de Belgique en France** exprime le désir d'obtenir des renseignements sur les procédés que l'on considère comme les plus efficaces pour rendre incombustibles les bois et les étoffes, en vue de prévenir les incendies dans les édifices de l'État.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale une nouvelle série de Communications relatives à divers remèdes contre le choléra.

(Renvoi à la Commission.)

M. **J.-B. Schnetzler**, à propos des Communications récentes de M. *de Cyon* sur les propriétés physiologiques et antiseptiques du borax, rappelle qu'il a adressé à l'Académie, en 1873, un travail sur le même sujet, qui a été inséré dans les *Annales de Chimie et de Physique* (5e série, t. IV, p. 543). Une autre Communication, relative également au même sujet, a été mentionnée aux *Comptes rendus* (t. LXXXII, p. 513).

M. Schnetzler rappelle en outre qu'il a publié, au mois de janvier 1884, dans les *Archives de Genève*, un Mémoire sur les propriétés antiseptiques de l'acide formique. Une observation récente lui a montré que la bactérie du foin (*Bacterium subtile*), l'un des microbes les plus résistants, puisqu'il survit pendant une heure à l'action de l'eau bouillante, est tuée instantanément par l'acide formique : il suffit d'ajouter, à une goutte d'eau renfermant des milliers de bactéries, une goutte d'eau contenant un millième d'acide formique. L'eau ainsi acidulée peut donc être impunément introduite dans les voies digestives : l'auteur insiste sur l'intérêt qu'il y aurait à en essayer l'action sur le microbe du choléra.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. d'Andrade Corvo, nommé Correspondant pour la Section d'Économie rurale, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le Maire de Besançon invite l'Académie à désigner un de ses Membres pour la représenter à l'inauguration de la statue de Claude de Jouffroy, qui aura lieu le 17 août prochain.

L'Institut Franklin de Philadelphie sollicite l'envoi d'appareils modernes ou historiques pour l'Exposition internationale d'électricité, qui s'ouvrira au mois de septembre, à Philadelphie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Mémoire de M. *Thollon*, extrait du *Bulletin astronomique* publié, sous les auspices de l'Observatoire de Paris, par M. F. Tisserand. Ce Mémoire a pour titre : « Constitution et origine du groupe B du spectre solaire. »

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une seconde série de Travaux (1) adressés par M. *J.-L. Soret*, au nom de la Commission sismologique suisse.

« Ces nouvelles publications comprennent :

» 1° Une Circulaire de la Commission (juin 1882) indiquant l'échelle adoptée pour l'intensité des secousses (échelle Rossi-Forel).

» 2° Le Rapport spécial de M. le professeur A. Förster sur le tremblement de terre du 27 janvier 1881, ressenti sensiblement *au même instant* (2) dans une aire de 260^{km} de long sur 155^{km} de large, dont Berne formait le point central.

» 3° Le Rapport spécial de M. le professeur Charles Soret sur le tremblement de terre du 22 juillet 1881, ressenti dans une aire de 460^{km} de

(1) Voir *Comptes rendus* du 26 décembre 1881.

(2) Le synchronisme d'une secousse dans toute l'aire d'ébranlement s'est manifesté aussi dans quelques autres tremblements de terre, mais non point dans tous : on a souvent observé une propagation successive du mouvement.

long (Nice-Mulhouse), et de 240^{km} de large (entre Alexandrie et les Cévennes).

» 4° Le Rapport spécial de M. J. Früch sur une série remarquable de secousses, observées en novembre 1881 (69 secousses à des moments distincts, réparties sur 21 jours).

» 5° Le rapport général de M. le professeur A. Heim, secrétaire de la Commission, sur l'ensemble des tremblements de terre ressentis pendant l'année 1881.

» 6° Une Communication sur le même sujet, faite à la Société helvétique des Sciences naturelles, par M. le professeur Heim.

» 7° Une Notice sur le même sujet, rédigée par M. le professeur F.-A. Forel.

» Ces publications [1], comme on le voit, se rapportent à l'année 1881, pendant laquelle on a compté 166 secousses, se répartissant entre 37 tremblements de terre distincts. Plusieurs d'entre eux ont été ressentis dans les départements voisins de Genève (3 mars, 9 juin, 4 juillet, 22 juillet, 5 août, 25 novembre, 17 décembre). A cette époque de fréquents ébranlements du sol, a succédé une période de calme qui dure encore aujourd'hui. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard, faites à Alger*; par M. Trépied. Présentées par M. Mouchez.

Dates 1884.	Étoile de comparaison.	Grandeur.	Ascension droite ✱ — ★.	Déclinaison ✱ — ★.
Juillet 23.........	5457 B.A.C	6,5	−13^m.28^s,50	+ 3′.22″,4
25.........	»	»	− 9. 1,93	+ 2.17,6
26.........	»	»	− 6.42,43	+ 1.57,3

Date 1884.	Ascens. droite moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Juillet 23.......	16^h.16^m.47^s,16	+3^s,90	−37°.17′.36″,2	−4″,6	5457 B.A.C
25.......	»	+3,87	»	−4,6	»
26.......	»	+3,86	»	−4,7	»

---

(1) Les cinq premiers travaux susmentionnés ont été publiés dans les *Jahrbücher des tellurischen Observatorium* de Berne, 1881; les deux derniers dans les *Archives des Sciences physiques et naturelles de Genève*, 1883, t. VIII, p. 381, et 1884, t. XI, p. 147.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1884.	Temps moyen d'Alger.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Juillet 23.......	9.28.13	16. 3.22,56	9,405	−37.14.18,4	0,908	10:10
25.......	9.13.35	16. 7.49,10	9,306	−37.15.23,2	0,916	5:5
26.......	8.50.10	16.10. 8,59	9,184	−37.15.43,6	0,922	5:5

» *Juillet* 23. — L'éclat du noyau est comparable à celui d'une étoile de 11e,5 grandeur. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur la distribution des facules à la surface solaire pendant l'année* 1883. Note de M. P. Tacchini.

« Rome, 1er août 1884.

» Dans ma Note du 9 janvier 1884, j'ai déjà dit que le nombre des jours d'observation a été de 291 pour les taches et facules solaires. J'ai déduit, des angles de position, les latitudes héliographiques des facules; la fréquence, dans chaque zone de 10° en 10°, est représentée par les chiffres suivants :

Latitude héliographique. 1883.	Fréquence des facules				
	1er trimestre.	2e trimestre.	3e trimestre.	4e trimestre.	Année.
90° + 80°	0	0	0	0	0
80 + 70	0	0	0	0	0
70 + 60	0	0	0	0	0
60 + 50	0	0	0	0	0
50 + 40	1	0	0	1	2
40 + 30	7	1	0	1	9
30 + 20	22	19	7	16	64
20 + 10	34	44	52	59	179
10 — 0	27	34	42	59	162
0 — 10	25	24	33	62	144
10 — 20	35	36	58	61	190
20 — 30	14	19	37	23	93
30 — 40	0	4	7	6	17
40 — 50	0	0	0	0	0
50 — 60	0	0	0	0	0
60 — 70	0	0	0	0	0
70 — 80	0	0	0	0	0
80 — 90	0	0	0	0	0

» Dans le premier et le second trimestre, les facules présentent deux maxima, entre $\pm 10°$ et $\pm 20°$; la fréquence est un peu plus grande dans l'hémisphère boréal du Soleil. Pour le troisième trimestre, ces deux maxima ne sont plus aussi bien marqués qu'auparavant, ni aux mêmes latitudes, et les facules sont bien plus nombreuses dans l'hémisphère austral. Dans le dernier trimestre, on peut dire que les deux maxima ont disparu et qu'on a seulement une large zone équatoriale, avec une grande fréquence du phénomène : on a encore un plus grand nombre de facules dans l'hémisphère sud, comme dans le trimestre précédent.

» Cette fréquence des facules dans une large zone équatoriale, pendant le troisième et le quatrième trimestre, se trouve d'accord avec la distribution des protubérances, quoique celles-ci soient assez fréquentes dans des latitudes bien plus élevées, où il n'y a pas de taches ni de facules.

» Enfin, la plus grande fréquence des facules dans la zone équatoriale $\pm 20°$ correspond à la période de la plus grande fréquence des taches, qui apparaît aussi pendant le quatrième trimestre 1883 : cependant, la fréquence ne doit pas être confondue avec la grandeur des groupes de facules, qui, dans l'année 1883, a présenté des maxima coïncidant avec les minima des taches, comme nous l'avons indiqué dans les *Comptes rendus* du 11 février 1884. »

ASTRONOMIE. — *Sur une lunette astronomique fixe.* Note de M. G. **Hermite**, présentée par M. Bertrand.

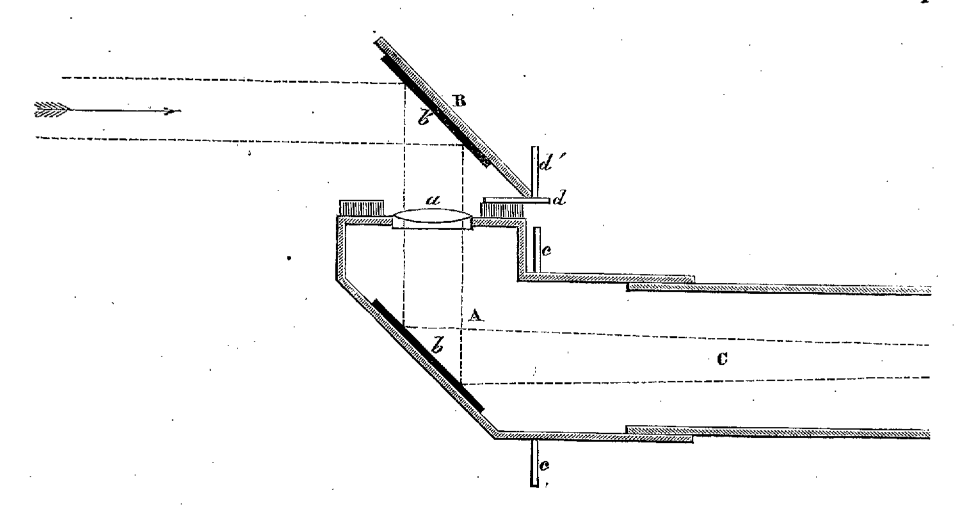
« L'étude de l'équatorial coudé de M. Lœwy m'a conduit à une modification que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» L'instrument monté en équatorial comprend deux parties : l'une mobile, l'autre immobile. La partie immobile, d'une stabilité absolue, se compose du tube de la lunette dirigé parallèlement à l'axe du monde. La partie mobile comprend l'objectif et divers accessoires permettant d'observer tous les points de la voûte céleste à l'aide de deux mouvements qui leur sont communiqués à volonté par des roues édentées; l'une de ces roues reçoit le mouvement parallactique.

» 1° L'objectif est placé, non pas perpendiculairement à l'axe du tube, comme dans une lunette ordinaire, mais parallèlement à cet axe et dans une boîte de section triangulaire. Dans l'une des parois de cette boîte est adapté à frottement doux le tube de la lunette. La paroi qui lui est perpendiculaire porte l'objectif. La troisième paroi, inclinée à 45°, porte un

miroir plan destiné à recevoir les rayons lumineux venant de l'objectif et à les réfléchir dans l'intérieur de la lunette jusqu'à l'oculaire. Cette boîte est fermée latéralement pour empêcher l'introduction de rayons étrangers.

» Il suit de cette disposition que, en faisant tourner la boîte autour du tube de la lunette, l'observateur verra tous les points du ciel situés sur l'équa-



teur céleste. Ce mouvement de rotation correspond donc à celui d'un équatorial autour de l'axe d'ascension droite.

» 2° Pour obtenir le second mouvement de rotation correspondant à celui d'un équatorial autour de l'axe de déclinaison, une nouvelle boîte, portant un miroir incliné à 45° par rapport à l'objectif, peut se mouvoir circulairement autour de celui-ci. Cette boîte est ouverte vis-à-vis du miroir.

» Par conséquent, le premier miroir, ou intérieur, et l'objectif peuvent se mouvoir dans un plan perpendiculaire au tube de la lunette, et le deuxième miroir, ou extérieur, qui est destiné à recevoir tous les rayons devant parvenir à l'observateur, possède deux mouvements, l'un solidaire du précédent, l'autre perpendiculaire à ce dernier. Ces deux mouvements peuvent lui être communiqués indépendamment l'un de l'autre.

» Si l'on place la boîte n° 2 de manière que son miroir reçoive les rayons parallèles à l'axe de la lunette, on visera évidemment le pôle. En faisant tourner tout l'appareil autour de l'axe de la lunette à l'aide de la roue *c*, le pôle restera toujours dans le champ de l'instrument. Mais si l'on communique aux deux boîtes un mouvement à la fois commun et indé-

pendant par les roues c et d, la lunette ne recevra plus les rayons lumineux parallèles à son axe, mais bien des rayons provenant de parallèles célestes d'autant plus éloignés du pôle que l'on a fait tourner plus fortement la boîte n° 2. En appliquant un mouvement d'horlogerie à l'appareil, on pourra donc suivre les astres dans leur mouvement diurne.

» Des graduations gravées sur les deux roues qui mettent en mouvement les deux boîtes donnent l'ascension droite et la déclinaison. Une petite lunette semblable à un chercheur permet à l'observateur de lire ces graduations. Les verniers seront mis en mouvement à distance et, au besoin, électriquement.

» Dans cette description sommaire, j'ai seulement voulu indiquer les principes de l'appareil.

» Chacun peut se rendre compte que, comme dans l'équatorial de M. Lœwy, l'observateur pourra être installé très confortablement.

» De plus, le tube de la lunette, dont les dimensions n'ont, pour ainsi dire, plus de limite, pourra être construit même en maçonnerie.

» Enfin, la partie mobile, qui est de faible dimension, ayant seule besoin d'être protégée, il en résulte l'économie d'une coupole.

» Conséquences générales : diminution considérable du prix des grands instruments astronomiques et facilité des observations. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue de la composante horizontale du magnétisme terrestre à Paris (parc Saint-Maur).* Note de M. MASCART.

« L'organisation d'un service régulier d'observations magnétiques à l'observatoire du parc Saint-Maur exigeait la détermination de la composante horizontale en valeurs absolues; il me paraît utile d'indiquer la manière dont cette mesure importante a été effectuée.

» La méthode de Gauss paraît une de celles qui comportent la plus grande exactitude. On fait d'abord osciller un barreau aimanté sous l'influence de la Terre; on le place ensuite à une certaine distance d'un autre barreau soumis à l'action de la Terre et l'on note la déviation qu'éprouve ce dernier.

» Soient

M le moment magnétique du barreau,
K son moment d'inertie,
T la durée des oscillations infiniment petites,

R la distance des centres des deux barreaux,
α la déviation du barreau auxiliaire,
a une constante à déterminer par expérience.

» En supposant que le barreau déviant soit perpendiculaire au méridien magnétique et dirigé vers le milieu du barreau dévié, ce qui correspond à la première disposition de Gauss, on a

$$H = \frac{\pi}{T}\sqrt{K}\,\frac{2}{R\tang\alpha}\sqrt{\frac{1}{R}\left(1+\frac{a}{R^2}\right)}.$$

» Si le barreau déviant restait perpendiculaire à la direction du barreau dévié, on devrait remplacer $\tang\alpha$ par $\sin\alpha$. Les deux quantités dont la mesure présente surtout des difficultés sont K et a.

» Les barreaux avaient une forme géométrique simple, parallélépipède rectangle ou cylindre, et l'on déterminait le moment d'inertie par le poids et la longueur.

» La valeur du terme de correction $x = \frac{a}{R^2}$ se détermine en mesurant les déviations α et α' qui correspondent à deux distances différentes R et R'. On sait d'abord que, pour annuler autant que possible le terme suivant de la série, la longueur L du barreau déviant doit être double de celle du barreau dévié; dans ces conditions, l'erreur relative sur le calcul de x est minimum quand le rapport des distances est égal à 1,29.

» Si l'on suppose que les distances R et R', ainsi que la première déviation α, soient connues en toute rigueur, l'erreur relative de la composante horizontale, correspondant à une erreur $d\alpha'$ sur la seconde déviation, est d'environ $3\frac{d\alpha'}{\alpha}$.

» Pour connaître la composante H au millième près, il faut donc que le rapport $\frac{d\alpha'}{\alpha}$ ne dépasse pas $\frac{1}{3000}$; il serait très difficile d'atteindre une telle approximation avec une boussole de voyage.

» La valeur théorique de a, ne renfermant que les distances polaires de deux barreaux, est indépendante de leurs moments magnétiques et peut être déterminée une fois pour toutes; on s'est servi pour cela d'un instrument spécial, construit par MM. Brunner. Le barreau déviant est porté par un chariot qui se meut sur une règle divisée; la règle peut tourner autour de l'axe de suspension du barreau mobile, et on observe les déviations par la méthode du miroir. Si l'on veut maintenir les deux aimants à la

distance à laquelle ils seront placés sur une boussole, on remplace le fil unique par une suspension bifilaire, qui équivaut à une augmentation de la composante terrestre, afin de maintenir la déviation dans les limites de l'échelle. L'appareil permet tous les réglages; il n'est pas nécessaire de toucher à l'aimant pour les retournements et les changements de distance, et l'opération est assez rapide pour qu'il n'y ait pas à faire de corrections de température.

» Les seules quantités qui restent alors à déterminer dans une boussole sont la durée d'oscillation T et la déviation α.

» On a employé quatre boussoles magnétiques de Brunner, munies de tiges latérales sur lesquelles on peut placer le barreau déviant à deux distances différentes R et R', et l'observation a été faite en général avec deux aimants différents. Une seule distance suffirait, en toute rigueur, mais les deux séries se servent de contrôle réciproque. Voici les principaux éléments de ces boussoles :

Boussole.	L'.	R.	R'.
A, Faculté de Rennes.........	7^c	25^c	35^c
B, Collège de France..........	13	20	28
C, Collège Rollin	7	15	20
D, Observatoire de Saint-Maur.	6,5	15	20

» La valeur de T était déterminée par l'observation d'au moins 100 oscillations. Les valeurs de H déduites des observations, toutes corrections faites, ont été comparées chaque fois avec les valeurs calculées d'après les indications d'une boussole bifilaire de variations à enregistrement photographique; on a déterminé la constante de cette boussole par une valeur moyenne des mesures absolues, en tenant compte des corrections relatives aux changements de température et à l'altération progressive du moment magnétique.

» Plusieurs séries d'observations faites par M. Moureaux, avec le plus grand soin, dans le courant de l'année actuelle 1884, ont donné :

Date.	Heure.	Boussole.	Observ.	Calcul.	C. — O.	Remarques.
6 février....	9^h à 10 m.	A	0,19397	0,19409	+12	Courbe agitée.
7 »	11 m. à 2 s.	B	0,19402	0,19378	−24	Id.
5 mars	2 à 3 s.	A	0,19425	0,19410	−15	
13 »	2 à 4 s.	A	0,19440	0,19437	− 3	
14 »	9 à 10 m.	B	0,19443	0,19425	−18	
27 »	2 à 4 s.	B	0,19412	0,19431	+19	Courbe agitée.

Date.	Heure.	Boussole.	Observ.	Calcul.	C. — O.	Remarques.
3 avril	1h à 3h s.	A	0,19424	0,19412	—12	
19 »	8 à 10 m.	A	0,19415	0,19395	—20	Courbe agitée.
28 »	2 à 4 s.	C	0,19420	0,19433	+13	
1 mai......	3 à 4 s.	C	0,19419	0,19398	—21	Courbe agitée.
20 »	3 à 4 s.	C	0,19415	0,19420	+ 5	
28 »	3 à 4 s.	C	0,19421	0,19418	— 3	
28 »	9 à 11 m.	D	0,19412	0,19401	—11	
3 juin......	2 à 3 s.	D	0,19412	0,19406	— 6	
6 »	3 à 4 s.	D	0,19415	0,19424	+ 9	
9 »	1 à 2 s.	C	0,19414	0,19424	+10	
12 »	2 à 4 s.	C	0,19422	0,19423	+ 1	
13 »	5 à 6 s.	D	0,19433	0,19440	+ 7	
16 »	3 à 5 s.	C	0,19410	0,19425	+15	Courbe agitée.
26 »	9 à 11 m.	C	0,19380	0,19365	—15	
27 »	8 à 10 m.	D	0,19397	0,19384	—13	

» Il en résulte que la valeur moyenne de la composante horizontale à l'observatoire du parc Saint-Maur, le 1er juillet 1884, est, en unités C.G.S.,

$$H = 0,19414 \pm 0,00012.$$

» Comme les plus grandes erreurs correspondent généralement à des troubles magnétiques indiqués par la courbe des variations, l'erreur probable est, en réalité, un peu plus faible, et inférieure à 0,0001. »

PHYSIQUE. — *Nouvel appareil pour recueillir l'acide carbonique neigeux.* Note de M. **Ducretet**, présentée par M. Cailletet.

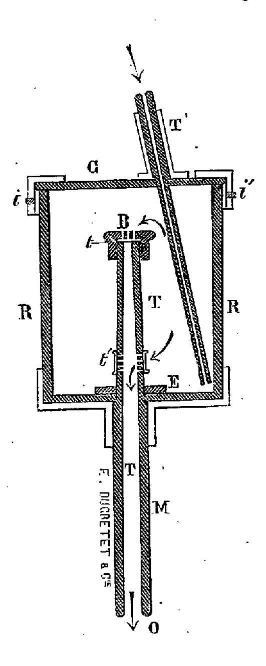
« Depuis Thilorier, les physiciens se servent, pour recueillir la neige d'acide carbonique, d'une boîte en cuivre mince, ayant la forme de deux hémisphères, munis de manches isolants. Il arrive souvent que, en employant cette boîte métallique, on ne recueille que de très petites quantités de neige carbonique.

» Les récentes recherches de M. Cailletet ayant nécessité la production de grands volumes d'acide carbonique neigeux, j'ai construit, sur ses indications, un nouvel appareil dont les résultats sont des plus satisfaisants.

» Cet appareil se compose d'un cylindre R faisant fonction de récipient; il est muni d'un couvercle G, qui peut être immobilisé au moyen d'une fermeture à baïonnette *ii'*; un tube T' est fixé obliquement sur le cou-

vercle au moyen d'une pièce en cuivre; enfin un manche creux T complète l'appareil. Toutes les pièces sont en *ébonite,* corps mauvais conducteur de la chaleur.

» Lorsqu'on veut obtenir de l'acide carbonique neigeux, on introduit dans le tube T' l'ajutage en cuivre, par lequel s'échappe l'acide carbonique liquide contenu dans une bouteille métallique. Dès que le robinet est



ouvert, le liquide, projeté avec force contre le fond du cylindre en ébonite, se transforme en neige, qui remplit bientôt tout l'appareil. Il suffit alors de démonter le couvercle pour retirer la neige accumulée. Le gaz non condensé et l'air entraîné s'échappent par les orifices *t* et *t'*, qu'on a garnis de toile métallique fine, et sortent dans l'air par un orifice *o* de petit diamètre qui termine le manche M.

» Le remplacement du laiton par l'ébonite dans la construction de l'appareil, la disposition du tube oblique qui permet au liquide projeté de développer un travail énergique, enfin la détente qui s'opère dans des conditions favorables, permettent d'obtenir avec cet appareil un rendement bien plus grand que celui de l'appareil de Thilorier.

» Je dois signaler enfin un fait intéressant, qu'on observe pendant le fonctionnement de cet appareil. Les parcelles d'acide carbonique, en frottant énergiquement contre les parois d'ébonite, dégagent une quantité d'é-

lectricité suffisante pour produire un jet continu d'étincelles, d'une longueur de plus de $0^m,01$, qui jaillissent entre la garniture métallique du tube T' et l'ajutage fixé sur le récipient qui contient l'acide carbonique; c'est là une machine Armstrong d'un nouveau genre.

» J'espère que l'appareil dont je viens de donner la description rendra de réels services aux physiciens qui s'occupent de la production de basses températures. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition de la fonte blanche par la chaleur.* Note de M. L. **Forquignon**, présentée par M. Debray.

« Les recherches que j'ai exécutées autrefois sur la *fonte malléable* m'avaient conduit à en expliquer très simplement la fabrication industrielle et les propriétés. Il suffisait d'admettre que la fonte blanche, à une température légèrement inférieure à son point de fusion, se dédouble en graphite libre et en un carbure de fer moins riche en carbone. Les nouvelles expériences que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie ont eu pour but de vérifier directement cette hypothèse, en exposant la fonte blanche à la seule action de la chaleur, dans un vide aussi parfait que possible.

» Sans entreprendre de décrire avec détails le dispositif dont j'ai fait usage, je dirai seulement que la fonte, protégée par une armature en platine, n'avait aucun contact avec les parois de l'appareil. On a desséché cet appareil en y faisant le vide à un grand nombre de reprises, et en y laissant rentrer chaque fois, à une température d'environ 200°, de l'hydrogène pur qui circulait très lentement à travers une longue colonne d'acide phosphorique anhydre, constamment refroidie. Le chauffage au rouge ne commençait que lorsque tout le système, maintenu vers 200°, avait gardé pendant au moins douze heures, sans variation aucune, le meilleur vide de la pompe à mercure. Les gaz occlus étaient d'ailleurs évacués au fur et à mesure qu'ils se dégageaient, en sorte qu'à aucun moment la pression n'a dépassé un demi-millimètre de mercure.

» La fonte, chauffée ainsi vers 900° à 1000° pendant plusieurs jours, n'a éprouvé ni fusion, ni ramollissement; elle est devenue franchement malléable. Sa surface s'est recouverte d'une efflorescence grisâtre, terne, qui laisse une trace sur le papier ou sur le biscuit de porcelaine. La cassure est

tantôt d'un noir uniforme, comme celle d'un crayon de plombagine, tantôt elle est criblée de points noirs assez gros, disséminés régulièrement dans la pâte métallique. Ces points noirs sont constitués par un graphite *amorphe*, dont je me propose d'étudier les dérivés d'oxydation.

» L'analyse, faite par la méthode de M. Boussingault, a donné :

Expérience I.

	Non chauffée.	Chauffée 172 heures dans le vide.
Carbone combiné	2,959	0,895
Graphite	0	2,061
	2,959	2,956

Expérience II.

	Non chauffée.	Chauffée 196 heures dans le vide.
Carbone combiné	2,824	1,159
Graphite	0	1,676
	2,824	2,835

» La fonte employée est une fonte au bois, marque D. P., qui m'a été obligeamment fournie par la maison Dalifol. Elle contient à peine un ou deux millièmes de manganèse.

» Il me paraît vraisemblable que cette décomposition partielle de la fonte, inverse de la cémentation du fer doux, dépend d'un état d'équilibre qui tend à s'établir entre le carbone, le fer et le carbure de fer, la proportion relative de chacun de ces corps étant fonction de la température. Depuis longtemps, M. Berthelot a découvert et formulé les lois qui président à beaucoup d'équilibres analogues très nombreux et très importants en Chimie.

» Celui-ci me paraît offrir quelques particularités intéressantes. D'abord la quantité du graphite mis en liberté, quand la température croît, passe évidemment par un maximum, puisque le carbure de fer primitif serait intégralement régénéré par la fusion. En second lieu, on rencontre ici un phénomène bien rare, peut-être même unique : le dédoublement d'un solide homogène en deux autres corps également solides, et sans aucune tension de vapeur appréciable à la température de l'expérience. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la constitution de quelques composés élémentaires du cyanogène.* Note de M. G. CALMELS [1], présentée par M. Debray.

« J'ai recherché, à propos d'un dernier travail, s'il n'y aurait pas d'autres cyanures que le cyanure d'argent capables de former, par l'action des iodures alcooliques, des carbylamines.

» 20^{gr} de cyanure de mercure finement pulvérisé ont été arrosés de poids égal d'iodure de méthyle, et le tout a été chauffé à 110°, en tube scellé, pendant une demi-heure. La masse, devenue rouge foncé et pâteuse, consiste en un produit goudronneux, formé par la polymérisation de la carbylamine au moment de sa formation; en iodure de mercure libre, mais que le goudron formé empêche de se réunir, et en méthylcarbylamine, que l'on isole par distillation et que l'on rectifie plusieurs fois.

$$Hg\left\langle\begin{matrix}Az = C\\ Az = C\end{matrix}\right. + (CH^3I)^2 = HgI^2 + (C = Az - CH^3)^2.$$

» Du cyanure de zinc sec a été mêlé à de l'iodure d'éthyle et chauffé au réfrigérant ascendant; au point d'ébullition de l'iodure, la réaction est très lente, et il faut deux jours de chauffe pour opérer une transformation appréciable en éthylcarbylamine. Au bout de ce temps, l'iodure distillé s'est partagé en deux couches; la supérieure, rectifiée, représente de l'éthylcarbylamine. Ce qui fait qu'on ne réussit pas toujours avec les cyanures autres que les cyanures alcalins (isocyanures métalliques), c'est que la température à laquelle le cyanure peut se transformer en iodure est variable; or, à une température élevée, la carbylamine qui s'est formée se détruit.

» Certains faits m'ont porté à rechercher si, parmi les dérivés halogénés du cyanogène, l'iodure ne présenterait pas la constitution du cyanure d'argent. Dans du zinc éthyle en solution éthérée, j'ai fait tomber, goutte à goutte, une solution éthérée d'iodure de cyanogène; immédiatement il se fait un précipité de cyanure de zinc, et de l'iodure prend naissance. Mais, si, sur du méthyliodure de zinc solide, on répète la même opération, l'échauffement énergique qui se produit fait que, simultanément, il existe de l'iodure et du cyanure de zinc, de l'iodure de méthyle et de la méthyl-

(1) Travail du laboratoire de Clinique de l'Hôtel-Dieu.

carbylamine, plus le produit résineux provenant de cette dernière. Deux réactions consécutives se sont établies.

» Si, en tube scellé, on chauffe une solution éthérée de mercure méthyle et de la quantité correspondante d'iodure de cyanogène à 50°, on voit se déposer du cyanure de mercure sur les parois du tube, et l'on constate le fait en arrêtant là l'opération; mais, si l'on chauffe à 110°, la réaction inverse se produit, et il se fait de l'éthylcarbylamine en même temps que de l'iodure de mercure apparaît.

» D'ailleurs, si, dans un long tube, on place des fragments de zinc et si l'on verse une solution éthérée d'iodure de cyanogène, de l'iode est immédiatement mis en liberté et il se fait tout d'abord du cyanure de zinc; il faut attendre vingt-quatre heures pour que l'iode soit absorbé à son tour. Ces faits montrent que le cyanure métallique se forme de préférence à l'iodure; mais ils montrent aussi qu'on ne peut se baser sur les faits précédents pour admettre une formule $C = Az - I$ de l'iodure de cyanogène; car, en réalité, on passe toujours par un cyanure métallique à constitution déterminée dans l'action de cet iodure sur les radicaux organo-métalliques. Il faut donc prendre, pour cette démonstration, un radical organo-métallique à métal dont le cyanure n'existe pas, de façon à passer directement du cyanure CAzI au cyanure organique. J'ai choisi l'aluminium éthyle.

» De l'aluminium éthyle a été préparé d'après la méthode à l'alliage de sodium; puis, dans sa solution éthérée, j'ai versé, goutte à goutte, de l'iodure de cyanogène en solution. De l'iodure d'aluminium se précipite, et, si l'on met à part une action secondaire, due à l'action de l'iodure d'aluminium sur l'iodure de cyanogène, action qui donne lieu à une petite quantité de produit goudronneux et une mise en liberté d'iode, la réaction est

$$Al^2(C^2H^5)^6 + \left(\begin{matrix} C \equiv Az \\ | \\ I \end{matrix}\right)^6 = Al^2 I^6 + \left(\begin{matrix} C \equiv Az \\ | \\ C^2H^5 \end{matrix}\right)^6.$$

Dans cette réaction, on recherche vainement trace d'éthylcarbylamine. L'iodure doit donc être écrit $\begin{matrix} C \equiv Az \\ | \\ I \end{matrix}$, et sa constitution est exactement semblable à celle du chlorure et du bromure. La réaction de Gall doit être interprétée comme il suit :

$$Zn(C^2H^5)^2 + \left(\begin{matrix} C \equiv Az \\ | \\ C \equiv Az \end{matrix}\right)^2 = \underbrace{Zn\left\{\begin{matrix} Az = C \\ Az = C \end{matrix}\right.}_{\text{Par migration atomique.}} + \left(\begin{matrix} C \equiv Az \\ | \\ C^2H^5 \end{matrix}\right)^2.$$

» En résumé, il existe bien réellement des cyanures et des isocyanures parmi les dérivés les plus simples du cyanogène, et leur constitution se traduit par ceci que, dans les cyanures alcalins, le radical est fixé sur le carbone, tandis que, dans les dernières sections, il est fixé sur l'azote. Seulement, tandis que, pour les cyanures alcooliques, il n'existe qu'un ou deux exemples de formation d'un nitrile à la place d'une carbylamine qui aurait dû prendre naissance, ce qui permet l'existence de deux séries non réversibles (A. Gautier), ici la transposition est la règle, et, d'emblée, le cyanure affecte la constitution qui lui est propre, de quelque manière qu'on cherche d'ailleurs à le produire.

» Les faits nouveaux que j'exposerai prochainement sur l'acide cyanhydrique et sur le fulminate d'argent, et les formules de constitution que j'adopte pour ces derniers composés sont en étroite liaison avec les faits précédents. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la sensibilité visuelle.* Note de M. **H. Parinaud**, présentée par M. Charcot.

« L'étude des différentes formes d'amblyopie conduit à des déductions importantes sur la nature de nos perceptions visuelles, sur le rôle respectif de la rétine et du cerveau dans l'élaboration de ces perceptions.

» *a. La sensibilité pour la lumière,* ou faculté de percevoir la clarté des lumières, peut être modifiée par deux ordres de lésions : les unes *périphériques* sont celles qui intéressent la couche rétinopigmentaire et le pourpre visuel : lorsque la réduction de la sensibilité atteint un certain degré, elle produit l'héméralopie ([1]) ; les autres *centrales* sont particulièrement celles qui intéressent le système sensitif dans son ensemble. L'anesthésie pour la lumière de cause cérébrale diffère de celle qui tient à une lésion du pourpre, par l'absence d'héméralopie, par la complication fréquente de dyschromatopsie, et encore par ce fait important que la perception des différentes lumières est quelquefois modifiée très inégalement. Certaines couleurs, le rouge spécialement, peuvent, dans ces conditions, produire la sensation de lumière avec une intensité beaucoup plus faible que la lumière blanche elle-même.

([1]) Voir ma Note sur *l'héméralopie et les fonctions du pourpre visuel.* (*Comptes rendus*, 1er août 1881.)

» *b. Sensibilité pour les couleurs; ses rapports avec la sensibilité pour la lumière.* — La dyschromatopsie a toujours une cause cérébrale. Les faits pathologiques sont aussi incompatibles avec la théorie de Helmholtz qu'avec celle de Héring; ils concordent mieux avec celle de Preyer ou de Donders, mais il ne semble pas que nos sensations de couleur puissent se prêter, quant à présent, à une systématisation rigoureuse.

» Toute réduction de la sensibilité pour la clarté des lumières entraîne une réduction corrélative de la sensibilité chromatique; mais la réciproque n'est pas vraie : la cécité d'une couleur est compatible avec une perception normale de la clarté de cette couleur. Il semble toutefois que, dans le daltonisme, congénital ou acquis, la sensation de couleur soit viciée plutôt qu'abolie; elle est remplacée par celle du gris.

» La double sensation de *clarté* et de *couleur* ne suppose pas une double impression et une double transmission; une lumière rigoureusement simple produit les deux sensations aussi bien que les lumières composées. La spécialisation de l'impression unique en deux sensations a lieu dans le cerveau. Pour des raisons semblables, la multiplicité de nos sensations de couleur ne suppose pas dans le nerf optique des fibres de qualité différente.

» *c. Perception des formes; ses rapports avec la sensibilité pour la lumière et les couleurs.* — La perception des formes, qui correspond à l'acuité visuelle proprement dite, est surtout intéressée par les lésions périphériques. Dans les atrophies du nerf optique, une réduction considérable de l'acuité visuelle est compatible avec une perception lumineuse et chromatique normale. Dans les lésions centrales, une acuité visuelle normale est compatible avec une réduction notable de la sensibilité pour la lumière et les couleurs, et même avec une cécité absolue pour les couleurs.

» L'indépendance relative de l'acuité visuelle et de la sensibilité pour la lumière concorde avec ce que nous savons de l'influence de l'éclairage sur l'acuité visuelle.

» L'indépendance de l'acuité visuelle et de la sensibilité pour les couleurs n'est nullement en contradiction avec cette conclusion, renfermée dans ma première Note, que l'impression lumineuse qui sert à la perception des formes et des couleurs se fait par les mêmes éléments (cônes), et qu'elle est distincte de celle qui arrive au cerveau par l'intermédiaire du pourpre et des bâtonnets, cette dernière étant en rapport avec la sensation diffuse de lumière. »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur le rôle biologique de l'acide phosphorique.* Note de M. A. **Mairet**, présentée par M. Charcot.

« Si le taux de l'acide phosphorique contenu dans les urines est dans un rapport étroit avec l'alimentation, ainsi que le prouve l'influence qu'exerce celle-ci, suivant sa richesse, sur l'élimination des phosphates, la connaissance du rôle que joue cet acide dans la constitution de nos tissus et la persistance des phosphates dans les urines pendant l'état d'inanition semblent indiquer que ces sels ont un rôle biologique.

» Des recherches assez nombreuses ont déjà été faites à ce sujet, mais les résultats qui s'en dégagent sont contradictoires. Nous avons repris cet ordre de recherches, et, nous mettant à l'abri des causes d'erreurs qu'on retrouve dans les expériences des auteurs qui nous ont précédé (*voir* notre Travail intitulé : *Recherches sur l'élimination de l'acide phosphorique chez l'homme sain, l'aliéné, l'épileptique et l'hystérique*), nous nous sommes demandé s'il existe quelque rapport entre l'acide phosphorique d'une part; l'activité musculaire, l'activité intellectuelle et la nutrition générale d'autre part. Nous avons étudié l'élimination des phosphates par les urines pendant les vingt-quatre heures, à l'état de veille et de sommeil, chez des individus à l'état de repos ou au contraire soumis à un travail musculaire ou à un travail intellectuel. Puis l'influence qu'exerce chacun de ces facteurs sur cette élimination nous étant connue, nous avons interprété les résultats obtenus; il ne suffit pas de constater, sous l'influence d'un travail quelconque, du travail intellectuel par exemple, des modifications dans l'excrétion de l'acide phosphorique, pour qu'on soit en droit d'attribuer ces modifications au système nerveux; l'économie forme un tout, une unité, et le cerveau en travaillant peut retentir sur d'autres organes, modifier les échanges qui se passent dans leur intérieur et, par suite, peut-être l'élimination de l'acide phosphorique. Pour arriver à la solution des différentes questions qui précèdent, nous avons dû étudier comparativement l'élimination de l'azote, celles de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'acide phosphorique uni aux terres.

» *Nutrition générale et acide phosphorique.* — Lorsqu'on étudie comparativement, chez des individus à l'état de repos, l'élimination de l'azote et de l'acide phosphorique dans les différentes périodes de la journée, on voit, d'une part, pendant le sommeil, diminuer en même temps l'élimination de l'azote et de l'acide phosphorique, soit de l'acide phosphorique

uni aux terres, soit de l'acide phosphorique uni aux alcalis; d'autre part, pendant les autres périodes de la journée en rapport avec l'activité de la veille, augmenter en même temps l'élimination de l'azote et des phosphates alcalins et neutres. Or, comme, dans ces cas, les modifications produites dans l'élimination de l'azote traduisent le plus ou moins d'activité dans la décomposition des matières albuminoïdes et que cette décomposition ne peut être rattachée qu'à l'ensemble des échanges nutritifs qui se passent dans nos différents tissus, c'est-à-dire à la nutrition générale, on est amené à rattacher à cette même nutrition les modifications produites dans l'élimination de l'acide phosphorique. Nous pouvons donc dire : L'élimination de l'acide phosphorique est liée à la nutrition générale; l'élimination des phosphates, phosphates terreux et phosphates alcalins, suit une marche parallèle à la décomposition des matières albuminoïdes, c'est-à-dire à l'élimination de l'azote.

» *Travail musculaire et acide phosphorique.* — Le travail musculaire modifie ou non l'élimination de l'acide phosphorique, suivant son intensité et la richesse de l'alimentation.

» *a*. Chez un même individu, et par un même travail, plus la nourriture est riche, moins l'influence de ce travail se marque sur les urines, et lorsque cette richesse est suffisamment grande, aucune modification ne se produit dans l'élimination des phosphates.

» Exemples : un individu soumis à un régime végétal rend, par vingt-quatre heures :

» 1° A l'état de repos : azote, $19^{gr},30$; acide phosphorique total, $2^{gr},03$; acide phosphorique uni aux terres, $0^{gr},51$; acide phosphorique uni aux alcalis, $1^{gr},52$.

» 2° Soumis à un travail musculaire : azote, $24^{gr},68$; acide phosphorique total, $2^{gr},37$; acide phosphorique uni aux terres, $0^{gr},45$; acide phosphorique uni aux alcalis, $1^{gr},92$.

» Ce même individu, soumis à un régime mixte, rend, par vingt-quatre heures :

» 1° A l'état de repos : azote, $21^{gr},17$; acide phosphorique total, $2^{gr},11$; acide phosphorique uni aux terres, $0^{gr},54$; acide phosphorique uni aux alcalis, $1^{gr},57$.

» Soumis au même travail que précédemment : azote $= 22^{gr},55$; acide phosphorique total $= 2^{gr},27$; acide phosphorique uni aux terres $= 0^{gr},53$; acide phosphorique uni aux alcalis $= 1^{gr},74$.

» Chez ce même individu, soumis à un régime animal, le même travail musculaire qui modifiait tout à l'heure l'élimination de l'acide phosphorique ne le modifie plus.

» Chez un même individu, l'alimentation restant la même, un travail d'intensité variable marquera ou non son action sur l'élimination de l'acide phosphorique. Ainsi, si, chez l'individu précédent, soumis au même régime mixte que celui auquel il était soumis lorsque le travail était plus intense,

nous diminuons l'intensité du travail, aucune modification ne se produit plus dans l'élimination de l'acide phosphorique.

» Evidemment, les résultats négatifs que nous avons obtenus lorsque le travail musculaire est peu intense, ou lorsque l'alimentation est très riche, ne contredisent pas les résultats positifs que nous avons obtenus lorsque ce travail est plus intense et l'alimentation moins riche; ils ne prouvent pas que le travail musculaire n'emploie pas pour se produire de l'acide phosphorique; ils prouvent seulement qu'il existe un rapport étroit entre la richesse de l'alimentation en acide phosphorique et l'intensité du travail musculaire. Lorsque cette richesse est assez grande, elle pallie les pertes en phosphates que fait l'économie sous l'influence de l'activité musculaire; lorsque cette richesse n'est pas suffisante, l'activité musculaire marque son action sur l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote : elle augmente le chiffre de ces substances excrétées par les urines; mais l'augmentation de l'acide phosphorique porte exclusivement alors sur l'acide phosphorique uni aux alcalis; par conséquent, nous pouvons dire :

» 1° Le travail musculaire emploie pour se produire de l'acide phosphorique;

» 2° Lorsque l'intensité du travail dépasse la richesse de l'alimentation, il augmente l'élimination par les urines de l'azote et de l'acide phosphorique uni aux alcalis.

» D'où viennent les phosphates alcalins rendus en plus par les urines sous l'influence du travail musculaire?

» Lorsque chez des chiens à jeun depuis trente-six heures, et soumis à un travail musculaire (course d'une durée de deux heures), on étudie comparativement le sang de l'artère et celui de la veine fémorales, on trouve plus d'acide phosphorique dans le sang de la veine que dans le sang de l'artère : exemple, 1000^{cc} de sang veineux renferment $0^{gr},551$ d'acide phosphorique uni aux alcalis, tandis que 1000^{cc} de sang artériel renferment $0^{gr},494$. D'où ces deux conclusions :

» 1° Le muscle emploie de l'acide phosphorique pour produire du travail;

» 2° L'acide phosphorique qu'on retrouve en excès dans les urines sous l'influence du travail musculaire est de l'acide phosphorique de déchet.

» Le muscle est donc une des sources de l'acide phosphorique qu'on retrouve en plus dans les urines sous l'influence du travail musculaire. Nous pouvons dire :

» 1° L'élimination de l'acide phosphorique est liée à la nutrition et au fonctionnement du muscle;

» 2° Le travail musculaire marque son action sur l'acide phosphorique éliminé par les urines en augmentant le chiffre des phosphates alcalins. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De la durée de l'immunité vaccinale anticharbonneuse chez le lapin*. Note de M. FELTZ.

« Dans ma Note présentée à l'Académie des Sciences le 6 novembre 1882, concernant l'atténuation du virus charbonneux et les vaccinations contre le charbon, j'ai mentionné diverses séries d'expériences, effectuées sur des lapins et sur des moutons. Les vaccinations avec des virus atténués, dans mon laboratoire, avaient mis à l'abri du charbon le plus virulent les différents animaux soumis à l'expérimentation. J'ajoutais à cette Note : « En » août j'ai fait tuer, pour raison d'économie, plus de 30 lapins vaccinés; » j'en ai conservé 6 pour me rendre compte ultérieurement de la durée de » l'immunité vaccinale. »

» 7 mois après la vaccination anticharbonneuse, j'ai inoculé à ces 6 lapins une culture de charbon très virulente, pour vérifier la permanence de l'immunité vaccinale. Le même jour, je fis subir la même opération à 6 lapins frais, en me servant de la même culture charbonneuse que pour les lapins vaccinés; ces 6 témoins périrent charbonneux, les troisième et quatrième jours après l'inoculation du charbon. Les 6 lapins vaccinés ne présentèrent pas le moindre signe de charbon et restèrent bien portants. La conclusion s'imposait : mes 6 lapins étaient encore vaccinés contre le charbon, 7 mois après l'opération de la vaccination. Je recommençai la même expérience sur ces 6 lapins et sur 6 témoins avec du sang charbonneux, fourni par M. Dieudonné, vétérinaire à Vic. Cette expérience fut faite en présence de M. Dieudonné, à 9 mois de distance de la première, par conséquent à 17 mois de la vaccination. Les résultats furent des plus concluants : tous les témoins moururent charbonneux, du troisième au quatrième jour; 4 des lapins vaccinés en juillet 1882 eurent le même sort, 2 seulement survécurent et ne présentèrent pas de signes de charbon.

» 4 de mes lapins n'étant donc plus à l'abri du charbon, et 2 résistant encore à cette affection, je crus pouvoir conclure que mes lapins vaccinés en juillet 1882 se trouvaient, 17 à 18 mois après, à l'extrême limite de l'immunité vaccinale. La durée de l'immunité serait donc pour le lapin de 17 à 18 mois; en effet, 6 semaines après cette dernière épreuve, les deux

lapins survivants moururent charbonneux à la suite d'une nouvelle inoculation de charbon très virulent. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur un filtre donnant de l'eau physiologiquement pure.* Note de M. CH. CHAMBERLAND, présentée par M. Bouley.

« Depuis les travaux de M. Pasteur et ceux qu'ils ont provoqués, la doctrine d'un contage vivant dans la production et le développement des maladies contagieuses a pris une très grande importance. L'étude attentive des propriétés des microbes et des conditions de propagation des maladies tend à montrer que les microbes pathogènes ne sont pas dans l'air, ou du moins ne s'y trouvent qu'à l'état exceptionnel. C'est surtout dans les eaux que sont les microbes et leurs germes, et cela se conçoit aisément, si l'on réfléchit que les produits de toutes les fermentations et de toutes les décompositions arrivent finalement, soit par les pluies, soit par les infiltrations dans le sol, soit par les égouts, dans les eaux des puits ou des cours d'eau. Aussi l'eau est-elle considérée comme un des agents principaux de la propagation des maladies. Il était donc de la plus haute importance, au point de vue de l'hygiène générale, d'avoir un filtre débarrassant l'eau de tous les microbes qu'elle contient, de façon à rendre les eaux de boisson tout à fait pures.

» Je suis arrivé à ce résultat par la filtration à travers un vase poreux en porcelaine dégourdie, mode de filtration qui est employé dans le laboratoire de M. Pasteur pour séparer les microbes de leurs milieux de culture. J'ai constaté que les eaux, même les plus impures, filtrées à travers ces vases, ne contenaient plus ni microbes, ni germes. Elles peuvent être ajoutées en proportion quelconque dans les liquides les plus altérables sans provoquer la moindre altération. Elles ne renferment donc aucun germe de microbes.

» L'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie s'adapte directement sur la conduite d'eau et fonctionne par l'effet de la pression qui existe dans les conduites (1). Sous une pression de deux atmosphères environ, qui est la pression de l'eau au laboratoire de M. Pasteur, on obtient, avec un seul tube poreux ou *bougie filtrante* ayant $0^{m},20$ de longueur sur $0^{m},025$ de diamètre, une vingtaine de litres d'eau par jour, ce qui me

(1) Dans les villes qui n'ont pas de distribution d'eau et dans les campagnes, il est facile d'imaginer un dispositif pour produire une pression artificielle.

paraît suffisant pour les besoins ordinaires d'un ménage. En multipliant le nombre des bougies, en les associant en batteries, on peut obtenir le débit d'eau nécessaire pour l'alimentation d'une école, d'un hôpital, d'une caserne, etc. Ce filtre réalise donc une véritable petite source à domicile, les eaux de source, prises à leur origine, étant, comme l'a montré M. Pasteur, exemptes de microbes.

» Le nettoyage de ce filtre est extrêmement facile. Non seulement on peut brosser la surface extérieure de la bougie qui est seule souillée par les matières en suspension dans l'eau, mais on peut encore, soit la plonger dans l'eau bouillante, soit la chauffer directement sur un foyer pour détruire la matière organique qui est déposée à sa surface. On lui rend ainsi sa porosité primitive. La même bougie peut donc servir indéfiniment. »

ANATOMIE. — *Sur la* boîte *à spermaceti*. Note de MM. **Pouchet** et **Beauregard**, présentée par M. Robin.

« L'origine anatomique du spermaceti est encore enveloppée d'une profonde obscurité, malgré la très grande abondance de Cachalots vivant dans les deux Océans et la chasse active que leur font les Américains. Grâce à la munificence du Conseil municipal de la Ville de Paris et à l'amitié personnelle d'un honorable habitant des Açores, M. S.-W. Dabney, l'un de nous a reçu un certain nombre de fragments, de tissus et d'organes provenant d'un Cachalot adulte et soigneusement étiquetés. Parmi les pièces les plus intéressantes, figure une portion de la paroi des cavités céphaliques contenant le spermaceti, avec cette désignation : *Racines de la boîte* (*Roots of case*).

» On sait qu'après avoir ouvert le front du cachalot, on puise à seaux le spermaceti à l'état fluide, dans de grands réservoirs dont l'ensemble est désigné par les pêcheurs sous le nom anglais de *case*. En nous reportant à la seule description, et très sommaire, que nous connaissions de ces cavités, celle d'Alderson, la pièce en question doit répondre à leur région postérieure, région que cet auteur désigne comme le lieu de formation du spermaceti. Sa structure ne rappelle d'ailleurs aucun organe comme chez les Mammifères. On voit, de plus, sur notre pièce qu'elle répond à une région nettement limitée des cavités dont le reste est décrit par Alderson comme présentant des plis et une muqueuse plus mince.

» Sur la portion qui nous occupe, la muqueuse est épaisse de 15^{mm}. Elle repose sur un tissu extrêmement dense. Elle est d'un blanc jaunâtre, à surface mamelonnée, et rappelle vaguement l'aspect de circonvolu-

tions cérébrales séparées par des sillons plus ou moins profonds et se croisant dans tous les sens. Cette muqueuse est recouverte par un épithélium dermique composé d'une couche profonde ayant tous les caractères de la couche muqueuse de l'épiderme et d'une couche superficielle à cellules lamelleuses, aplaties, polygonales. Dans cet épithélium, plongent des crêtes dépendant du tissu lamineux sous-jacent et qui se comportent par conséquent à la façon de papilles allongées.

» L'épaisseur de cette muqueuse est occupée tout entière par des cavités closes, que nous désignerons provisoirement sous le nom d'*aréoles profondes*, irrégulières, offrant des prolongements plus ou moins sinueux, mais ne communiquant pas les unes avec les autres, contrairement au dire d'Alderson.

» Ces aréoles sont tapissées, comme la surface de la muqueuse elle-même, d'un épithélium dermique, toutefois un peu différent; de plus, on ne voit aucune trace de papilles, il repose sur une surface lumineuse unie. Ces cavités paraissent être, sur le vivant, remplies d'un liquide. Nous n'avons découvert dans l'épaisseur de la muqueuse aucun follicule clos.

» Aucun anatomiste ne semble s'être préoccupé de l'homologie des cavités à spermaceti. Sans nous prononcer sur ce point, en l'absence des matériaux nécessaires pour trancher définitivement la question, nous nous bornerons à faire remarquer :

» 1° Que ces cavités sont, d'une manière générale, d'après la description d'Alderson, rejetées à droite, c'est-à-dire du côté opposé à la narine communiquant avec l'évent;

» 2° Que chez d'autres Cétodontes (Dauphin) le voisinage de l'orifice postérieur de la narine offre une muqueuse perforée de cryptes nombreux et profonds déjà signalés par Turner et environnés de follicules clos, c'est-à-dire ayant exactement la structure des amygdales, tandis que, au-dessus, la fosse nasale présente une surface se continuant avec celle des sacs de l'évent.

» On peut, en conséquence, se demander s'il ne faudrait pas voir dans les « racines de la boîte » l'analogue de la région postérieure de la fosse nasale droite, et dans les réservoirs situés plus en avant, l'analogue de sa portion lisse, séparée des sacs de l'évent, ou ne s'y ouvrant que par un orifice extrêmement réduit auquel certains anatomistes semblent avoir fait allusion.

» On ne saurait se dissimuler toutefois qu'il règne encore, sur cette question de l'homologie des cavités à spermaceti, certaines obscurités que nous

ne pouvons résoudre actuellement, faute des matériaux nécessaires. Ainsi, on remarquera, d'une part, que les « racines de la boîte » ne nous ont point présenté de follicules clos, et, d'autre part, que les aréoles sont sans communication avec la surface de la muqueuse, au lieu d'être de simples cryptes amygdaloïdes.

Si l'on admet que les « racines de la boîte » soient bien le lieu de formation du spermaceti et que le reste des cavités céphaliques serve simplement de réservoirs, nous serions donc en présence d'une sécrétion non glandulaire d'un ordre particulier, qu'on pourrait rapprocher anatomiquement de celle des cryptes des amygdales et physiologiquement de la sécrétion de certains produits voisins du spermaceti, par la surface du corps et indépendamment de toute glande chez d'autres classes d'animaux (cire des abeilles) ».

GÉOLOGIE. — *Sur le terrain carbonifère des Pyrénées centrales.* Note de M. L. LARTET, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« On a affirmé plusieurs fois déjà l'existence du terrain carbonifère dans les Pyrénées centrales, mais sans preuves décisives. Leymerie s'est élevé contre ces affirmations prématurées ([1]). Dans le *Compte rendu de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, tenue à Foix en* 1882, qui vient seulement de paraître ([2]), nous trouvons une conclusion semblable. La petite Carte géologique de l'Ariège, par M. de Lacvivier, qui accompagne cette publication, parmi les corrections qu'elle fait subir à la Carte de M. Mussy, supprime totalement le terrain carbonifère auquel ce consciencieux ingénieur avait attribué un domaine important entre Foix et Saint-Girons, sous la qualification relativement prudente de « *Schistes tenant la place du terrain houiller* ([3]) ».

» Pas plus que les autres géologues, M. Mussy n'avait trouvé dans ces schistes des fossiles confirmant le rapprochement qu'il tentait ainsi : il se basait uniquement sur leur position inférieure au trias, supérieure aux calcaires phylladifères dévoniens, dans les ondulations desquels ils sont dis-

([1]) *Mém. de l'Acad. des Sc. de Toulouse,* 1869.

([2]) ZEYER, *Bull. de la Soc. géol. de France,* t. X, p. 645; 1882. Paru en juin 1884.

([3]) *Possibilité de l'existence du terrain houiller dans l'Ariège* (*Bull. de la Soc. géol. de France,* p. 14; 1869.

posés. Les coupes qu'il donne de ces terrains (¹), malgré de nombreuses imperfections de détail, rendent mieux compte de leur allure générale que celles, plus récemment publiées, de M. de Lacvivier (²).

» Toutefois, les raisons invoquées par M. Mussy ne paraissaient pas assez concluantes, et l'on classait généralement avec Leymerie ces schistes supérieurs aux griottes dans le dévonien supérieur (³).

» Diverses observations nous portaient cependant à croire, sinon à l'existence du terrain houiller, au moins à celle du carbonifère marin dans les Pyrénées centrales; mais nous avions cru devoir garder provisoirement le silence sur ces faits, nous réservant de chercher dans une exploration ultérieure des preuves plus décisives et des fossiles plus complets.

» Un hasard heureux nous a amené récemment à faire des observations plus concluantes. M. Rougé, instituteur à Larbout, petit village situé au milieu de la zone de « *Schistes tenant la place du terrain houiller* » de M. Mussy, recueillit, il y a environ un an, en faisant défoncer le jardin de la maison d'école, de nombreuses empreintes de fossiles dont l'existence nous fut signalée cet hiver par un de nos anciens élèves, M. le professeur Roussel. Nous pûmes en voir, bientôt après, des spécimens malheureusement peu déterminables (c'étaient des moules intérieurs d'Encrines, de Polypiers et de Brachiopodes, tous plus ou moins déformés et écrasés) chez lui, ainsi que dans les collections de nos excellents confrères de Foix, MM. Bastian et Grégoire.

» Après avoir visité, à plusieurs reprises, ce gisement et y avoir découvert nous-même des fossiles nouveaux et plus caractéristiques (Trilobites, Posidonomyes, Fenestelles et de nombreux Brachiopodes parmi lesquels plusieurs espèces de *Productus*), utilisant d'ailleurs ceux que MM. Roussel et Rougé avaient gracieusement mis à notre disposition, nous avons étudié la stratigraphie de cette région et découvert, au milieu des mêmes schistes, dans les massifs voisins, de nouveaux gîtes fossilifères à caractères spéciaux et complémentaires. De ces études est ressortie pour nous la conviction que la faune de ces schistes appartient au carbonifère inférieur.

» Les *Productus*, assez nombreux à Larbout et rares dans les autres gisements, sont parfois d'assez forte taille : ils se reconnaissent sur quelques moules bien conservés, aux impressions dites *hépatiques* par de Buch, aux

---

(¹) *Texte et atlas explicatifs de la Carte géologique de l'Ariège*. Foix, 1870.

(²) *Note sur le dévonien*, etc. (*Bull. de la Soc. géol.*, 3ᵉ série, t. X, p. 434; 1882.)

(³) LEYMERIE, *Dévonien des Pyrénées* (*Op. cit.*, 3ᵉ série, t. III, p. 546; 1875).

fortes impressions musculaires striées et à la constitution multiple et variable des feuillets superposés de leur test, visible sur quelques rares exemplaires. Ils appartiennent tous, sauf un échantillon qui paraît se rapporter au *Productus semi-reticulatus*, à la section des *Striati* et plus spécialement au groupe du *Productus giganteus*, si caractéristique du carbonifère inférieur (*P. giganteus, latissimus, striatus*, etc.). Des Trilobites (*Phillipsia*), des *Spirifers* et d'autres Brachiopodes, des Bryozoaires polypiers, et de nombreux Crinoïdes se trouvent encore dans le gisement, tandis que, dans les vallées voisines, sur le trajet même des coupes de l'Artillac et du pic d'Eychenne, publiées par M. de Lacvivier, les Bivalves et les Gastéropodes paraissent l'emporter sur les Brachiopodes, les *Productus* y étant même parfois assez rares.

» Ces schistes que, pour fixer les idées, nous appellerons *Schistes de Larbout* (¹), nous rappellent d'ailleurs de très près, par leur *faciès* comme par l'état de leurs fossiles, ceux que notre collègue, M. Julien, nous a montrés, dans le temps, à l'Ardoisière, près de Vichy, et dans lesquels on sait qu'il a également découvert une faune carbonifère à *Productus* (²).

» Ils reposent, ainsi que l'avait reconnu M. Mussy, sur les griottes à goniatites dont ils sont habituellement séparés par des schistes violacés et des assises froissées, tourmentées, de schistes noirs et de lydiennes dans lesquelles nous rechercherions volontiers l'origine principale des nombreux galets de phtanite que renferment nos alluvions tertiaires et quaternaires du bassin sous-pyrénéen.

» Dans les mouvements qui ont ondulé, parfois même brisé ces assises dès la fin de la période primaire, la masse puissante et compacte des calcaires dévoniens paraît avoir exercé des refoulements particulièrement énergiques sur les couches molles et tendres des schistes qu'on trouve toujours plus vivement mouvementés au voisinage de leur contact. Il n'est peut-être pas trop aventureux d'admettre que ces mouvements énergiques du sol avaient eu un léger prélude avant le dépôt des *schistes de Larbout*, car nous croyons avoir observé, en certains points, leur disposition un peu transgressive sur les griottes, et M. Mussy irait même jusqu'à admettre leur discordance accusée avec ces derniers. C'est ce qui nous empêcherait

---

(¹) Le nom, d'ailleurs un peu long, imposé par M. Mussy, ne peut être conservé, puisque ces schistes représentent l'étage marin du calcaire carbonifère et non le terrain houiller. Larbout est la localité la plus fossilifère et le centre de leur zone la plus étendue.

(²) *Comptes rendus*, 5 janvier 1874.

de considérer les griottes comme carbonifères, ainsi que M. Barrois a tenté de l'établir au moyen d'arguments paléontologiques dont on ne saurait méconnaître la valeur, dans son beau travail sur la Géologie des Asturies, ainsi que dans un Mémoire spécial ([1]). Ils paraissent reposer, d'ailleurs, en concordance parfaite, aussi bien à Larbout qu'à la Bastide-de-Séran et à Castelnau-Durban, sur des calcaires dolomitiques et à crinoïdes surmontant eux-mêmes des calcaires à *Atrypa reticularis*, des schistes et grauwackes à *Spirifer*, enfin des schistes et calcaires à *Chonetes sarcinulata* qui paraissent représenter, dans cette région, le dévonien inférieur. La série est partout normale, même à Castelnau-Durban où n'existent nullement (notre excellent collègue, M. Gosselet, l'avait bien pressenti avec son tact géologique ordinaire, les renversements de couches invoqués par M. de Lacvivier. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la composition et les qualités de la houille, eu égard à la nature des plantes qui l'ont formée.* Note de M. **Ad. Carnot**, présentée par M. Daubrée.

« On s'est souvent demandé si la composition chimique et les qualités industrielles des houilles étaient liées à la nature botanique des végétaux qui les ont constituées.

» Dès longtemps on avait remarqué l'abondance des Sigillaires dans certaines couches, qui fournissaient des charbons gras pour la forge, et celle des Fougères dans d'autres couches, dont les charbons à longue flamme convenaient pour la fabrication du gaz. Aussi, plusieurs géologues avaient-ils cru devoir attribuer aux essences forestières une influence prépondérante sur les qualités des houilles. D'autres ont pensé, au contraire, que ces qualités étaient à peu près indépendantes de la nature des plantes fossiles, mais qu'elles résultaient presque exclusivement des circonstances où s'était opérée leur transformation en charbon minéral ([2]).

» Les circonstances extérieures ont assurément joué le rôle principal. Ont-elles cependant effacé tout caractère distinct entre les différentes sortes de plantes qui ont formé la houille?

» C'est une question qui n'avait pas été jusqu'ici, que je sache, abordée

([1]) *Ann. de la Soc. géol. du Nord*, t. VI, p. 270; 1879.

([2]) M. Grand'Eury, *Flore carbonifère*, p. 462 (1877), et *Annales des Mines*, 8e série, t. I, p. 269 (1882).

par l'expérience. Je me suis efforcé de la résoudre, du moins sur un point spécial, en mettant à profit la découverte, au milieu de la grande couche de Commentry, de plantes transformées en houille, mais encore parfaitement reconnaissables à la loupe ou au microscope d'après les détails de leur structure.

» Entremêlées dans un même banc de houille, ces plantes se sont certainement trouvées, depuis l'origine, dans des conditions toujours identiques, et elles ont subi toutes les mêmes influences extérieures. Si, donc, on peut constater entre elles des différences de composition ou de qualité, on sera fondé à les attribuer à la diversité des espèces végétales. Quant aux anomalies accidentelles, on parviendra à les faire disparaître en opérant sur plusieurs individus de chaque espèce et prenant les moyennes des résultats obtenus.

» Grâce à l'obligeance de M. Fayol, qui m'a envoyé une collection d'échantillons, et à celle de M. B. Renault, qui en a fait la détermination botanique, je me suis trouvé en possession de dix-huit échantillons appartenant aux espèces *Calamodendron*, *Cordaïtes*, *Lepidodendron*, *Psaronius*, *Ptychopteris* et *Megaphyton*.

» Ces échantillons, bien triés, ont été soumis, d'une part, à l'analyse élémentaire, de l'autre, à la distillation en vase clos.

» L'analyse élémentaire a donné les moyennes suivantes, déduction faite des cendres et de l'humidité des échantillons [1].

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Azote.
Calamodendron (5 échantillons).......	82,95	4,78	11,89	0,48
Cordaïtes (4 échantillons)............	82,84	4,88	11,84	0,44
Lépidodendron (3 échantillons).......	83,28	4,88	11,45	0,39
Psaronius (4 échantillons)...........	81,64	4,80	13,12	0,44
Ptychopteris (1 échantillon)..........	80.62	4,85	14,53	
Mégaphyton (1 échantillon)...........	83,37	4,40	12,23	

» Il résulte de ce Tableau que la composition élémentaire des différents végétaux est à très peu près uniforme; elle diffère d'ailleurs assez peu de celle de la houille massive de la grande couche de Commentry, telle qu'elle a été déterminée par V. Regnault dans son mémorable travail sur les com-

---

(1) Ces analyses ont été faites dans mon laboratoire, avec beaucoup de soin, par M. Mongin, ancien élève externe de l'École des Mines.

bustibles minéraux (A) et telle qu'elle a été obtenue récemment dans mon laboratoire (B) :

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.
(A).............	82,92	5,30	11,78
(B).............	83,21	5,57	11,22

» On remarquera cependant que cette houille renferme une proportion plus grande d'hydrogène, ce que l'on peut attribuer à la présence de feuilles et de débris végétaux de toutes sortes dans la masse de la houille, tandis que les échantillons analysés plus haut se composaient uniquement de fragments de bois, d'écorces ou de racines.

» Mais, si l'analyse élémentaire ne signale presque aucune différence entre les diverses plantes houillères, il n'en est pas de même des essais de distillation. En opérant dans des conditions toutes semblables sur chacun des dix-huit échantillons, puis faisant déduction de l'humidité et des cendres, j'ai trouvé, par chaque espèce, la moyenne suivante :

	Matières volatiles.	Résidu fixe.	Aspect du coke.
Calamodendron...........	35,3	64,7	Bien aggloméré.
Cordaïtes................	42,2	57,8	Assez boursouflé.
Lépidodendron............	34,7	65,3	Bien aggloméré.
Psaronius................	39,5	60,5	Un peu boursouflé.
Ptychopteris.............	39,4	60,6	Id.
Mégaphyton..............	35,5	64,5	Bien aggloméré.

» Une opération toute semblable m'a donné :

Houille de la grande couche.....	40,6	59,4	Coke un peu boursouflé.

» Ainsi, bien que les proportions des éléments soient à peu près les mêmes, on observe d'assez grands écarts dans les quantités relatives de substances volatiles et de résidu fixe. Il convient, sans doute, d'attribuer cette différence au mode de combinaison varié des éléments, qui ne se révèle pas dans l'analyse élémentaire, mais qui peut se manifester au contraire par les procédés d'analyse immédiate ou même par le seul effet de la chaleur.

» Au reste, une observation analogue peut être faite sur les bois de l'époque actuelle, auxquels on a toujours trouvé une composition élémentaire presque identique, malgré leurs qualités si diverses. Je me bornerai

à citer, comme exemple, les nombres donnés par M. Gottlieb (de Copenhague) pour deux variétés de bois en quelque sorte opposées, le chêne et le pin.

	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène et azote.	Azote.	Cendres.
Chêne..........	50,16	6,02	43,36	0,09	0,37
Pin.............	50,31	6,20	43,08	0,04	0,37

» Les plantes conservées à l'état de houille semblent avoir de même des propriétés différentes, avec une composition chimique élémentaire à peu près uniforme.

» En résumé, les expériences précédentes montrent que l'âge de la houille et les circonstances diverses qui ont présidé à sa formation n'ont pas seuls influé sur ses propriétés; lorsque toutes ces circonstances ont été absolument identiques, les différentes espèces forestières ont donné naissance à des houilles de qualités sensiblement différentes. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxychlorure de calcium et les silicates de chaux simples et chlorurés. — Production artificielle de la wollastonite.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Daubrée.

« *Oxychlorure de calcium.* — Lorsqu'on opère la fusion du chlorure de calcium au rouge vif dans un courant d'air humide, le sel fondu se charge peu à peu d'oxychlorure; à partir du moment où l'on approche du composé $CaCl, CaO$, le dégagement acide se ralentit sans cesser complètement et, après une calcination suffisamment prolongée, il ne reste plus que de la chaux anhydre, ainsi que l'a constaté M. Pelouze.

» D'après la perte subie par le chlorure jusqu'à l'apparition de cristaux de chaux transparents et monoréfringents, visibles au sein de la masse désagrégée par l'alcool anhydre, l'oxychlorure formé doit avoir une composition représentée par la formule $CaCl, CaO$; mais on ne peut l'isoler à l'état de pureté, parce que l'eau et l'alcool le décomposent rapidement.

» Après deux jours de contact avec l'alcool concentré, le culot concassé laisse insolubles de fines aiguilles ou lames biréfringentes qui ne renferment plus que $\frac{1}{8}$ d'équivalent de chlorure de calcium pour $1^{éq}$ de chaux; cet oxychlorure est soluble dans l'eau sucrée.

» La présence de la silice facilite la décomposition du chlorure, celle des chlorures alcalins au contraire la retarde considérablement.

» *Silicates de chaux.* — Lorsqu'on fait agir la silice précipitée, sur le chlorure de calcium, en présence de la vapeur d'eau, la nature des produits varie avec la proportion et l'état de pureté du sel employé : $1^{éq}$ de chlorure produit du bisilicate de chaux, SiO^2CaO, en épuisant son action sur $1^{éq}$ de silice, et $2^{éq}$ donnent naissance au silicate neutre $SiO^2, 2CaO$; en présence de $7^{éq}$ de chlorure, on n'obtient plus que des silicates chlorurés; enfin, si le sel calcaire est mélangé de $\frac{20}{100}$ de chlorure alcalin, on produit un bisilicate cristallisé identique avec la wollastonite ([1]).

» Le sable pulvérisé agit plus lentement que la silice.

» *Silicates simples.* — Dans les deux premiers cas, si l'on prend soin d'éviter la fusion des mélanges et de continuer l'action tant que varie leur poids, tout le chlorure est décomposé et la silice, transformée en silicates acide ou neutre, est devenue soluble dans les acides. Les produits obtenus sont composés de grains biréfringents et contiennent en outre des deux silicates quelques centièmes de chlorosilicates et d'oxychlorure.

» Le silicate neutre seul est soluble dans l'acide acétique au vingtième.

» *Silicates chloruré.* — Lorsque l'on essaye de produire les silicates de chaux en opérant sur 1^{gr} de silice et 15^{gr} à 20^{gr} de chlorure, on n'obtient généralement pas de silicates simples. La silice se combine facilement, il est vrai, avec la chaux résultant de la décomposition du chlorure par la vapeur d'eau, et donne naissance au bisilicate d'abord, au silicate neutre ensuite, mais en présence de l'excès du fondant, les deux sels forment des silicates chlorurés que l'on trouve cristallisés après avoir épuisé l'action de l'alcool absolu sur les culots concassés.

» L'un d'eux, le silicate neutre chloruré, $SiO^2, 2CaO, CaCl$, découvert par M. Le Châtelier ([2]), se présente sous forme de plaques rectangulaires orthorhombiques, à double réfraction énergique, dans lesquelles l'angle des axes optiques est de 25°.

» L'autre, dont l'existence n'a pas encore été signalée, affecte la forme de plaques hexagonales presque régulières, à peu près monoréfringentes à plat et biréfringentes lorsqu'on les regarde par leurs tranches. Ces cristaux sont à deux axes optiques extrêmement rapprochés, dont la bissectrice aiguë, positive, est perpendiculaire à la face hexagonale.

» La composition de ce chlorosilicate paraît être $SiO^2CaO, CaCl$; je ne l'ai jamais obtenu sans mélange du chlorosilicate neutre, et c'est en

---

([1]) La wollastonite a déjà été reproduite par MM. Daubrée, Lechartier et Bourgeois.
( ) *Comptes rendus*, décembre 1883.

séparant des chiffres fournis par l'analyse du mélange les éléments de ce dernier sel double que j'ai déduit la composition des cristaux hexagonaux.

» Les formules de deux mélanges étaient sensiblement

1° $$2SiO^2, 3CaO, 2CaCl = SiO^2\ CaO, CaCl + SiO^2 2, CaO, CaCl.$$

2° $$3SiO^2, 4CaO, 3CaCl = SiO^2 2CaO, CaCl + 2(SiO^2 CaO, CaCl).$$

» Le mode de préparation des chlorosilicates est en rapport avec l'état de saturation de la silice qu'ils renferment; le sel neutre exige une fusion prolongée au contact du gaz humide, tandis que, pour obtenir le sel acide, il suffit de maintenir en fusion le mélange de silice et de chlorure jusqu'à ce qu'il soit devenu à peu près limpide.

» Ces deux sels doubles, pulvérisés, sont facilement dissous par les acides énergiques étendus; le chlorosilicate neutre l'est seul dans l'acide acétique au vingtième. Ils sont dédoublés par l'eau et par la solution aqueuse d'acide carbonique. Ils fondent aisément au rouge vif et perdent peu à peu leur chlore à cette température en présence de la vapeur d'eau.

» *Sur la wollastonite artificielle.* — Lorsque l'on maintient fondu pendant une demi-heure, au rouge cerise, au sein d'un courant d'air humide, un mélange de 1^{gr} de silice, de 15^{gr} de chlorure calcique et de 3^{gr} de sel marin, on obtient comme résultat de l'opération un mélange de chlorures en excès, de silicates chlorurés en petite quantité, des grains ronds de tridymite et surtout de longs prismes. Le culot concassé, traité par l'eau froide, puis soumis à l'action de l'acide acétique faible, ne laisse plus insoluble qu'un mélange anhydre de silicate et de tridymite facile à analyser.

» La composition du silicate correspond à celle de la wollastonite; on trouve 52,1 de silice et 47,9 de chaux. La théorie exige 51,7 et 48,3.

» La densité du bisilicate artificiel est égale à 2,88 et celle du produit naturel 2,8 à 2,9, mais sa dureté 3,5 est plus faible que celle, 5, de la wollastonite.

» Les deux silicates sont aussi peu fusibles l'un que l'autre, ils ne sont pas notablement attaqués par l'acide acétique au vingtième; les acides énergiques étendus les décomposent plus ou moins complètement; il en est de même avec l'eau saturée d'acide carbonique après quinze jours de contact. Leurs poudres bleuissent le papier de tournesol humide.

» Tous deux se dissolvent dans le chlorure de calcium fondu, et l'on peut, avec ces solutions, obtenir de beaux cristaux, à la condition d'opérer

en présence d'un excès de silice qui s'oppose à la production du silicate neutre.

» Les observations optiques, en lumière polarisée, ont été faites sur trois sortes de cristaux : des cristaux de bisilicate artificiel, des lamelles de wollastonite naturelle; enfin des cristaux obtenus en faisant cristalliser dans le chlorure de calcium le bisilicate naturel.

» Il résulte de cet examen que tous ces cristaux présentent une forme allongée, des couleurs vives de polarisation, l'extinction longitudinale, la transversalité du plan des axes optiques par rapport à l'allongement, la grande obliquité de l'un des axes et le signe positif suivant leur allongement. La mesure directe de l'angle des axes optiques n'a pu être effectuée.

» L'analogie est donc frappante entre les deux silicates naturel et artificiel, au triple point de vue chimique, physique et optique. »

GÉOLOGIE. — *Origine des phosphorites et des argiles ferrugineuses dans les terrains calcaires.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« I. En attaquant deux poids égaux de roches (des régions à phosphorites), l'un par un dissolvant non oxydant, l'autre par un dissolvant oxydant, on constate que l'acide sulfurique est généralement en quantités bien plus considérables dans le liquide oxydant que dans l'autre; pour certains échantillons, la différence s'est élevée de 1 à 7. De là cette conclusion que, si ces roches sont traversées par des eaux aérées, 1° il se formera de l'acide sulfurique, qui attaquera la roche; 2° l'attaque de ces roches a eu lieu pendant la période tertiaire, et même pendant un temps limité et très spécial de cette période : il résulte, en effet, des beaux travaux de M. Filhol, que les cavernes à phosphorites ont été remplies à l'époque où se sont déposés les énormes gisements de gypses tertiaires du bassin de Paris, de la Provence et de toute la région méridionale; 3° enfin l'acide carbonique, comme on le sait, est suffisant pour attaquer les roches calcaires.

» II. En faisant le jaugeage des cavernes, galeries, etc., à phosphorites, en calculant (d'après la moyenne de mes analyses des calcaires marneux encaissants) la quantité de phosphate de chaux contenue dans le calcaire disparu, j'ai constaté que le phosphate de chaux aujourd'hui *isolé dans les cavernes* ne représente pas *un dixième* de celui qui existait dans les calcaires disparus. Il est dès lors certain que la destruction des calcaires sous l'action d'une eau acide serait complètement suffisante pour expliquer

l'origine de toutes les phosphorites existant dans les gisements connus du sud-ouest de la France.

» Les deux résultats précédents établis, la Chimie permettait de reconnaître dans quelle mesure on pouvait attribuer aux calcaires disparus l'origine des phosphates des cavernes calcaires. En effet, en faisant l'analyse aussi complète que possible des calcaires constituant les roches encaissantes et celle des produits des cavernes, il pourrait arriver que les éléments isolés, dans les deux cas, fussent assez nombreux et surtout assez spéciaux pour que, de leur analogie ou de leur différence, pût résulter la preuve de leur communauté ou de leur différence d'origine.

» III. La moyenne des analyses de 32 échantillons de roches, pris dans les régions à phosphates du Tarn et du Gard, m'a donné les résultats suivants :

Carbonate de chaux.
Carbonate de magnésie.
Strontiane.
Lithine.
Acide sulfurique.
Acide phosphorique $\frac{1}{1000}$ à $\frac{30}{1000}$.
Chlore.
Argile ferrugineuse insoluble dans les acides étendus.
Combinaisons métallifères sulfureuses (pyrites, etc.).
Manganèse, reconnaissable avec 1^{gr} de roche.
Nickel, Cobalt } reconnaissables dans 200^{gr} de roche.
Cuivre, Zinc } reconnaissables en partant de 20^{gr} de roche.
Iode, isolé (*en nature*), en partant de 500^{gr} de roche.
Matières bitumineuses solubles dans le sulfure de carbone.

» Résultats obtenus :

» 1° Des eaux acides, agissant sur une roche ayant la composition moyenne précédente, auraient pour premier effet de former des composés solubles et de laisser en suspension des argiles ferrugineuses; les composés solubles filtrant à travers ces argiles, ces dernières resteront généralement à la partie supérieure. Dans le cas particulier du phosphate de chaux dissous dans une eau acide, le phosphate se déposera, quand il arrivera en contact avec du calcaire qui saturera l'acide libre; le phosphate se déposera donc *surtout sur les parois des cavernes*, au contact de la roche en place. Les

deux conclusions précédentes se montrent réalisées dans la caverne à phosphorites, de la manière la plus complète.

» 2° Le fer, l'alumine, le manganèse, le nickel, le cobalt, le zinc et le cuivre forment avec l'acide phosphorique, en présence du calcaire, des composés insolubles; par conséquent, les argiles qui accompagnent les phosphorites, et les phosphorites elles-mêmes, devront contenir des quantités exceptionnelles des composés des métaux qui viennent d'être cités.

» *Fer.* — Je ne parle du fer que pour dire qu'il présente des parties à l'état de fer en grain, identique au fer des terrains sidérolithiques, et qu'il est très riche en phosphate de fer.

» *Alumine.* — Les argiles et les phosphorites sont très riches en alumine, ce qui constitue une grande cause d'erreur *en plus,* dans certaines méthodes journellement employées pour le titrage des phosphates agricoles.

» *Nickel et cobalt.* — Ces deux métaux ont été reconnus avec certitude à l'aide de l'analyse spectrale, bien que cette méthode ne soit pas sensible pour ces deux corps.

» *Manganèse.* — Il se reconnaît facilement avec moins de 1^{gr} d'argile ou de phosphorite.

» *Zinc.* — Il est certaines argiles phosphatées, celles de la région de Caylus en particulier, qui m'ont permis de reconnaître le zinc en partant de quelques décigrammes d'argile.

» *Cuivre.* — Il n'est pas nécessaire de partir de 1^{gr} d'argile pour reconnaître le cuivre, même par la réaction de l'ammoniaque.

» *Iode.* — L'iode se reconnaît facilement, dans les phosphates du Tarn, avec 100^{gr} de roches; mais il est d'autres phosphorites qui, avec le même poids, ne m'ont pas donné trace d'iode. La présence de l'iode n'est pas nécessairement liée à celle du phosphore; mais il y a un haut intérêt à s'assurer si la présence ou l'absence (au moins relative) de l'iode, dans une phosphorite, est liée à la présence ou à l'absence de ce même corps dans les roches encaissantes : c'est une question que je pourrai résoudre prochainement. En attendant, les points suivants restent acquis.

» 1° La quantité de phosphate de chaux existant dans les cavernes du sud-ouest de la France ne représente pas la *dixième* partie de celui qui existait dans les calcaires dont l'enlèvement a produit les cavernes.

» 2° Les argiles ferrugineuses qui accompagnent et souvent recouvrent les phosphates ont la même composition que celles qu'on obtient comme résidu quand on attaque, par un acide faible et oxydant, les roches constituant les parois des cavernes à phosphorites.

3° Des substances rares, en particulier le manganèse, le nickel, le cobalt, le zinc, le cuivre et l'iode, qui existent dans les roches normales des régions à phosphorites, se retrouvent, à l'état de concentration relative, dans les phosphorites et dans les argiles qui les accompagnent.

» Les résultats précédents me permettent de considérer au moins comme possible que les phosphorites des plateaux calcaires du sud-ouest de la France ont été, pour la plus grande partie, sinon pour la totalité, extraites des roches encaissantes, sous l'action seule des réactions chimiques de la voie humide. »

M. A. Soucaze adresse, par l'entremise de M. Larrey, la description des effets produits par un coup de foudre, à Campan, le 24 juillet dernier.

L'auteur signale, en particulier, le fait suivant :

« A côté du bâtiment du télégraphe, se trouve une petite maison, composée d'une seule chambre recevant son jour par la porte d'entrée, et qui, pour le moment, se trouvait dans l'obscurité. La porte étant fermée à cause de l'orage, il y avait un homme malade au lit, et une femme près de la cheminée allaitait un enfant. La surprise et l'effroi de ces gens furent grands, en voyant entrer, par la porte fermée, une masse de feu *qui ne fit qu'un pas dans la chambre*, qu'elle éclaira d'une vive clarté pendant quelques secondes, après quoi elle sortit par le même chemin sans faire aucun mal ni aucun dégât. »

M. Tardy adresse une Note intitulée : « Hypothèse sur la température de la zone des protubérances du Soleil ».

L'auteur suppose que, dans cette zone, l'hydrogène est rendu lumineux par une atmosphère d'oxygène : la température serait alors celle de la fusion du platine ; la température de la zone intérieure serait encore plus élevée.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 28 juillet 1884.

Ministère des Travaux publics. Direction des Cartes, Plans et Archives et de la Statistique graphique. Album de Statistique graphique de 1883. Paris, imp. Nationale, 1884 ; in-4°. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Note sur la théorie des bobines d'extraction; par M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Paris, Dunod, 1884; br. in-8°. (Extrait des *Annales des Mines*.)

Compagnie universelle du Canal interocéanique de Panama. Assemblée générale des actionnaires du 23 *juillet* 1884; 5ᵉ réunion. Rapport de M. F. DE LESSEPS. Paris, 9, rue Charras, 1884; in-4°.

Encyclopédie chimique, publiée sous la direction de M. FREMY; t. II : *Métalloïdes. Appendice*, 2ᵉ cahier : *Météorites; par* M. S. MEUNIER. Paris, Dunod, 1884; in-8°.

Hygiène et salubrité des villes. Eaux de sources et assainissement; par le Dʳ C.-L. COUTARET. Roanne, Raynol, 1884; in-8°. (Adressé par l'Auteur au Concours Delesse.)

Mémoire sur les Compensateurs à tringles; par R.-L. HAINAUT. Rouen, imp. E. Cogniard, 1884; in-8°.

Contributions à la morphologie du calice; par M. D. CLOS. Toulouse, imp. Douladoure-Privat, 1884; br. in-8°.

Meteorologische Beobachtungen, angestellt in Dorpat in den Jahren 1877-1880, redigirt und bearbeitet von Dʳ K. WEIHRAUCH. Dorpat, Laakmann's, 1884; 2 vol. in-8°.

El alcoholismo. Estudio juridico-sociologico; por R. DE ZAYAZ ENRIQUEZ. Vera-Cruz, tipogr. de R. de Zayaz, 1884; in-8°.

Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, vol. XIX, Disp. 5ª (aprile 1884). Torino, E. Loescher, 1884; in-8°.

The American Ephemeris and Nautical Almanac for the year 1885-86-87. Washington, Bureau of Navigation, 1882-1884; 3 vol. in-8° reliés.

1881. *Meteorological observations made at the Adelaïde Observatory and other places in South Australia and the northern territory during the year* 1881 *under the direction of Charles Todd*. Adelaïde, E. Spiller, 1884; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 4 AOÛT 1884.

Enquête sur le Crédit agricole, faite sur la demande de M. le Ministre de l'Agriculture et publiée par les soins de M. J.-A. BARRAL, Secrétaire perpétuel. Paris, Hôtel de la Société, 1884; in-8°.

Médecine clinique : De la phtisie bacillaire des poumons; par le prof. G. SÉE. Paris, Adrien Delahaye et Em. Lecrosnier, 1884; in-8°.

Prophylaxie et géographie médicale des principales maladies tributaires de l'Hygiène; par L. POINCARÉ. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale, publié sous la direction des Secrétaires de la Société, MM. E. PELIGOT et CH. DE LABOULAYE. Paris, 1884; br. in-4°.

Proceedings and Transactions of the Royal Society of Canada for the years 1882 *and* 1883; vol. I, Montréal, Dawson brothers; 1883; in-4°.

Addenda et Emendanda ad Hemiptera argentina, auctore CAROLO BERG. Hamburgo, in bibliopolio Gassmannii (Frederking et Graf), 1884; in-8°.

Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences; new series, vol. XI; whole series, vol. XIX, Part I et II. Boston, University Press, John Wilson and son, 1883; in-8°.

Sitzungsberichte der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften : Mathematisch-Naturwissenschaftliche Classe, LXXXVIII Band, II Heft, Jahrgang 1883, Juli. Wien, aus der K.-K. Hof-und Staatsdruckerei, 1883; in-8°.

Cenni sulla storia della Geodesia in Italia, dalle prime epoche fin' oltre la metà del secolo XIX. Memoria del prof. PIETRO RICCARDI, Parte II, Capo II. Bologna, tipografia Gamberini e Parmeggiani, 1884; 4 br. in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 11 AOUT 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. le baron *Paul Thenard*, Membre de la Section d'Économie rurale, décédé au château de Talmay, le vendredi 8 août.

M. le Président propose à l'Académie de lever la séance, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

ZOOLOGIE. — *Sur la disposition des enveloppes fœtales de l'Aye-Aye* (Chiromys madagascariensis). Note de M. **Alph. Milne-Edwards**.

« Dans une lecture faite en 1871 devant l'Académie, j'ai montré que les Lémuriens, rangés par la plupart des naturalistes dans l'ordre des Quadrumanes, à côté des Singes, appartiennent à un tout autre type zoologique, et que le développement fœtal de ces animaux indique des affinités incontestables avec les Herbivores en général et les Pachydermes en particulier.

» A cette époque, je n'avais pu examiner à ce point de vue que les représentants supérieurs de ce groupe, c'est-à-dire les Indris, les Propithèques, les Avahis et les Makis; depuis, de nouveaux matériaux d'étude m'ont permis de constater que le développement embryonnaire des Lémuriens moins élevés en organisation, les Chirogales, les Microcèbes et les Galagos par exemple, se fait exactement de la même manière. Mais on ne connaissait rien de la disposition des enveloppes fœtales de l'Aye-Aye, ce Mammifère singulier de Madagascar, que Gmelin et Et. Geoffroy plaçaient parmi les Rongeurs, à raison de sa dentition, tandis que de Blainville et Isidore Geoffroy le rapprochaient des Makis, à cause de ses mains préhensiles. Il y avait cependant un grand intérêt à savoir si les premières phases du développement de l'Aye-Aye n'indiqueraient pas quels sont ses véritables liens de parenté zoologique.

» Grâce à l'obligeance de M. L. Humblot, voyageur naturaliste à Madagascar, j'ai reçu dernièrement un fœtus d'Aye-Aye, pourvu de ses membranes et conservé dans de l'esprit-de-vin. Il m'a été facile de constater qu'il ne différait par aucun caractère essentiel de celui des Lémuriens typiques, et qu'il se distinguait au contraire nettement des Singes et des Rongeurs, dont le placenta est discoïde et dont l'allantoïde est petit. Le placenta de l'Aye-Aye est *diffus* comme celui des Lémuriens ordinaires; sa surface est partout couverte de plis villeux, épais et saillants, formant par places de véritables bourrelets. Les innombrables villosités qui les garnissent reçoivent des capillaires sanguins, qui s'y ramifient de la manière la plus régulière et qui rappellent par leur disposition ceux qu'on observe chez les Propithèques. Ce système vasculaire ne se déchire pas quand le placenta est séparé de la membrane utérine, montrant ainsi qu'il n'y a pas de *caduque*. Entre le chorion et la membrane amniotique, il existe un énorme sac allantoïdien, divisé en plusieurs sacs secondaires et ressemblant à celui des Indrisinés; enfin, la vésicule ombilicale est très réduite.

» Les membranes fœtales de l'Aye-Aye n'offrent donc rien d'anormal : ce sont celles des Lémuriens typiques. La dentition du jeune Aye-Aye est aussi beaucoup moins différente de celle des Makis qu'elle ne l'est à l'état adulte, par suite de la chute et du non-remplacement de quelques-unes des premières dents. Les caractères anormaux de l'espèce n'apparaissent donc que par les progrès de l'âge.

» Ces observations montrent, une fois de plus, l'importance de l'étude du développement des Mammifères pour la classification méthodique de ces animaux, car les ressemblances entre les divers membres d'un même

groupe zoologique sont d'autant plus accentuées que le travail embryologique est moins avancé, et chaque division naturelle des Mammifères est caractérisée de très bonne heure par un certain nombre de particularités, que présentent soit le corps de l'embryon lui-même, soit ses organes annexes et transitoires. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Observations, à propos d'une Communication récente de M. le général* L.-F. Menabrea, *sur la machine de Charles Babbage;* par M. **Léon Lalanne.**

« La très intéressante Communication faite à l'Académie dans son avant-dernière séance (p. 179 de ce Volume), au sujet des appareils à calculer de M. Babbage, me fournit l'occasion de produire un renseignement qui ne sera probablement indifférent à aucun de ceux auxquels les travaux de cet homme de génie, comme l'a justement qualifié M. Menabrea, inspirent une légitime curiosité.

» J'étais à Londres au mois de juin 1851, au contact de quelques-uns des Membres de cette Académie qu'y avait attirés la première Exposition universelle dans le Palais de cristal, MM. Dumas, Mathieu, Combes, etc. Introduit par l'un d'eux, le respectable M. Mathieu, auprès de M. Babbage, je reçus des mains de ce savant le cahier des *Scientific Memoirs* où se trouvent l'écrit de M. le général de Menabrea, traduit en anglais, et les notes précieuses que nous savons maintenant avoir été l'œuvre de la fille unique de Lord Byron. Mais, en même temps, M. Babbage prit soin de m'avertir que la dernière expression de sa pensée, sur l'objet qui avait été la préoccupation dominante de sa vie, se trouvait dans une Lettre adressée par lui à M. Binet, Membre de notre Section de Géométrie, vers le milieu de 1849, c'est-à-dire sept ans au moins après la description qu'il avait précédemment approuvée.

» Il n'avait pas sous la main et regrettait d'avoir égaré le brouillon de cette Lettre; mais, sur l'expression du vif désir que j'aurais eu d'en avoir connaissance, il accepta l'offre que je lui faisais d'en prendre une copie pour lui et une pour moi-même. Dans ce but, il me remit une Lettre (19 juin), dans laquelle il priait M. Binet de me laisser prendre cette copie; huit jours après, alors que j'avais quitté Londres, une nouvelle Lettre (26 juin) m'avertissait qu'ayant retrouvé son manuscrit, il ne voulait pas me donner la peine de lui en envoyer un autre exemplaire. Un scrupule, exagéré peut-être, m'empêcha d'abord d'user d'une autorisation qui ne

n'était pas retirée, mais qui n'était plus au profit exclusif de celui qui me l'avait donnée; puis, une succession d'événements m'entraîna hors de France et de la voie des études commencées. Mais il résulte de ces deux Lettres, dont je mets le texte exact sous les yeux de l'Académie [1], qu'il peut exister encore aujourd'hui deux exemplaires d'un écrit où M. Babbage avait donné, à ses conceptions sur les appareils à calculer, un tour plus nouveau, peut-être une expression dernière : l'un, dans les papiers de notre ancien Confrère, l'autre, dans les papiers de M. Babbage lui-même. N'est-il pas permis d'espérer que la piété d'un fils donnera, soit à cet écrit, soit à tous ceux qui, tracés de la même main, en seraient la suite ou le développement, une publicité profitable à la Science, si elle n'ajoute rien à la célébrité du père.

» M. Babbage était Correspondant de l'Institut depuis 1844; l'Académie des Sciences morales et politiques avait voulu s'attacher l'auteur du remarquable *Traité de l'économie des machines et manufactures*, auquel, pour ma faible part, j'avais eu occasion de payer un tribut d'éloges, dans l'article TECHNOLOGIE de l'*Encyclopédie nouvelle* de Pierre Leroux et Jean Reynaud (1841). »

---

(1) *To M. Binet, Membre de l'Institut, etc.*

1, Dorset-street, Manchester sq., 19 juin 1851.

My dear Sir,

Will you do me the favor to allow M. Léon Lalanne to take a copy of the letter I had the pleasure of addressing to you about two years ago relating the calculating engines. I have infortunately mislaid my copy and it would save me much time. M. Lalanne is much interested in the philosophy of these machines and has kindly undertaken for me this task.

I am, my dear Sir, very truly yours

C. BABBAGE.

A M. Léon Lalanne.

1, Dorset-street, Manchester sq., London, 27 june 1851.

Dear Sir,

Since I had the pleasure of seeing you, I have found the draft of my letter to M. Binet respecting calculating engines. It will therefore now be unnecessary to give you the trouble of sending me copy of that letter.

Accept my best thankes for your kind intention and believe me yours faithfully

C. BABBAGE.

ALGÈBRE. — *Examen de deux points de doctrine relatifs à la Règle de Newton. Conclusions;* par M. E. DE JONQUIÈRES.

« I. Afin que rien de vague ne subsiste sur ce sujet, il convient d'examiner s'il est vrai, comme paraît l'avoir cru Newton, que sa Règle manque *rarement* à indiquer le nombre *total* des racines imaginaires d'une équation numérique donnée.

» Soit

$$(E) \quad f(x) = A_0 x^m + A_1 x^{m-1} + \ldots + A_{m-2} x^2 + A_{m-1} x + A_m = 0$$

l'équation proposée, où tous les coefficients A_r sont des nombres réels donnés, à l'exception du dernier A_m que, pour le moment, nous laisserons indéterminé. Désignons, en les rangeant selon l'ordre de grandeur numérique, par $+l$, $+l'$, ..., $+L$ les valeurs positives, et par $-\lambda$, $-\lambda'$, ..., $-\Lambda$ les valeurs négatives que prend la fonction $f(x)$, lorsqu'on y remplace x par les valeurs des racines *réelles* de la *dérivée* $f'(x) = 0$. L'équation (E) acquerra ou perdra deux racines réelles, chaque fois que le terme A_m dépassera, positivement ou négativement, les valeurs successives l, l', ..., λ, λ', ... Enfin, si $A_m > +L$ ou $< -\Lambda$, elle n'aura plus, pour m impair, qu'une seule racine réelle; pour m pair, que deux racines réelles dans le premier cas et aucune dans le second.

La supposition de Newton ne se confirmerait donc que si sa Règle pouvait se plier à *toutes* ces variations successives, produites par celle du seul terme A_m. Or on comprend *a priori* qu'elle ne saurait, *en général*, posséder une telle flexibilité, puisque, dans les conditions précitées, elle ne dispose à cet effet que de deux éléments variables pouvant influencer le signe de la pénultième fonction quadratique de la suite (G_0), savoir le signe et la valeur numérique de A_m. Au reste, j'en vais donner une démonstration fort simple, suivie d'exemples qui la rendront aussi claire qu'il est possible.

» II. THÉORÈME. — *Quel que soit le nombre exact* $2k$ *des racines imaginaires de l'équation proposée, si la Règle de Newton en indique* 2ρ *pour cette même équation, lorsqu'on laisse* A_m *indéterminé, donc aussi l'avant-dernier signe de la suite* (G_0), *elle en indiquera* 2ρ *au moins, et* $2\rho + 2$ *au plus, lorsqu'on attribuera au dernier terme* A_m *des valeurs comprises entre* $-(\Lambda + \varepsilon)$ *et* $(L + \varepsilon)$, ε *étant une quantité positive, aussi petite ou aussi grande qu'on voudra. En d'autres termes, ses indications varieront, au plus, de deux unités, quelle que soit la valeur de* A_m.

» En effet : 1° si l'avant-dernière des fonctions quadratiques (G_0)

$$\lambda_{m-1} A_{m-2} - A_{m-3} A_{m-1}$$

est négative, la suite (G_0) ne pourra, quel que soit A_m, acquérir en plus aucune variation, quel que soit le signe de la dernière fonction quadratique

$$\lambda_{m-1} A_{m-1}^2 - A_{m-2} A_m,$$

car les trois derniers signes de cette suite seront $-$, $+$, $+$ si elle est positive, et $-$, $-$, $+$ si elle est négative, ce qui ne fait toujours qu'une seule variation.

» Par conséquent, la Règle indiquera, dans l'un comme dans l'autre cas, les 2ρ racines imaginaires qu'elle indiquait déjà d'après les m premiers termes de l'équation, indépendamment du dernier terme A_m, et pas davantage.

» 2° Si, au contraire, la pénultième fonction quadratique est positive, et que la dernière soit négative, ce qui exige que les coefficients A_{m-2} et A_m aient le même signe et, en outre, qu'on ait

$$\lambda_{m-1} A_{m-1}^2 < A_{m-2} A_m,$$

les trois derniers signes de la suite (G_0) seront $+$, $-$, $+$. Cette suite aura donc acquis deux variations de plus, et le nombre des racines imaginaires indiquées par la Règle sera accru de deux unités : de 2ρ il s'élèvera à $2\rho + 2$.

» Le théorème est donc démontré, et la conséquence en est évidente, d'après ce qui a été dit à ce sujet, § I, pour ce qui touche la *suggestion* de Newton.

» Soit, comme exemple du premier cas, l'équation

$$x^7 - x^6 + 4x^5 - x^4 - x^3 + x^2 - x \pm A_7 = 0.$$

» On a, dans la suite (G_0), les signes

$$+ \quad - \quad + \quad + \quad + \quad - \quad \pm \quad +$$

l'avant-dernier restant ambigu, à cause de l'indétermination de A_7. Quels que soient le signe et la valeur donnée à ce dernier terme, que ce soit, en conséquence, le signe $+$ ou le signe $-$ qui prévale sous le pénultième terme $-x$, la suite (G_0) n'aura jamais que les quatre variations déterminées par les sept premiers termes de l'équation, sous le dernier desquels on aurait alors, conformément aux prescriptions de la Règle, écrit le

signe $+$. Celle-ci n'indiquera donc jamais que quatre racines imaginaires, quel que soit A_7.

» Comme exemple du deuxième cas, soit donnée l'équation

$$x^7 - x^6 + 4x^5 - x^4 + x^3 + 5x^2 - x \pm A_7 = 0$$

suite (G_0) $\quad + \quad - \quad + \quad - \quad + \quad + \quad \pm \quad +$

» La Règle indiquera quatre racines imaginaires si A_7, quelle que soit sa valeur numérique, est négatif, ou s'il est positif, mais $< \frac{3}{35}$; mais elle en indiquera six, si A_7 est positif, et $\geqq \frac{3}{35}$.

» III. Il ne reste plus qu'un point à examiner : *Peut-il arriver que la limite inférieure indiquée par la Règle de Descartes pour le nombre des racines imaginaires soit plus haute que celle indiquée par la Règle de Newton?*

» La réponse à cette question est négative.

» D'abord la chose est évidente, si l'équation est complète. Car la Règle de Descartes indiquant, dans ce cas, la *possibilité* de m racines réelles, assigne zéro comme limite inférieure du nombre des racines imaginaires. Dans ce cas, au contraire, la Règle de Newton, faisant intervenir les valeurs respectives des coefficients, peut en indiquer un nombre plus ou moins grand. J'en ai cité assez d'exemples pour qu'il soit inutile d'insister.

» Il suffit donc d'examiner le cas où l'équation est incomplète. En premier lieu, supposons qu'il manque $2n+1$ ou $2n+2$ termes entre deux termes de même signe; la Règle de Descartes indique que, de ce fait, l'équation a au moins $2n+2$ racines imaginaires.

» La Règle de Newton fait connaître aussi que, de ce seul fait, l'équation a au moins $2n+2$ racines imaginaires, sans compter celles qu'elle peut lui attribuer en sus, eu égard aux termes qui précèdent ou qui suivent les termes manquants.

» 1° Soit, par exemple, $n = 1$; il manque trois ou quatre termes entre deux termes de même signe :

Signes de l'équation...	1°	$+$	$+$	0	0	0	$+$	La Règle de Newton indique donc, rien que pour ces seuls termes, $2+2$ ou 4 imaginaires.
Signes de la suite (G_0).		$+$	$+$	$-$	$+$	$-$	$+$	
Signes de l'équation...	2°	$+$	$-$	0	0	0	$-$	»
Signes de la suite (G_0).		$+$	$+$	$-$	$+$	$-$	$+$	
Signes de l'équation...	3°	$+$	0	0	0	0	$-$	»
Signes de la suite (G_0).		$+$	$-$	$+$	$-$	$+$	$+$	
		..	..	..	..	..	..	

» En second lieu, s'il manque $2n$ ou $2n+1$ termes entre deux termes de signes contraires, l'équation a, d'après la Règle de Descartes, au moins $2n$ racines imaginaires. C'est aussi la conclusion de Newton.

» En effet, soit d'abord $n = 1$.

Signes de l'équation...	1°	+	+	o	o	o	—		2 imaginaires.
Signes de la suite (G_0).		+	+	—	+	+	+		
Signes de l'équation...	2°	+	—	o	o	o	+		»
Signes de la suite (G_0).		+	+	—	+	+	+		
Soit $n = 2$.									
Signes de l'équation...	3°	+	o	o	o	o	—		4 imaginaires.
Signe de la suite (G_0).		+	—	+	—	+	+		
Signes de l'équation...	4°	+	o	o	o	o	o	—	»
Signes de la suite (G_0).		+	—	+	—	+	+	+	
		..	..	..	..	..	..	..	

donc $2.2 = 4$ imaginaires.

» La démonstration est donc complète.

IV. *Résumé et Conclusions.* — On voit, en résumé : 1° que les indications fournies par la Règle de Newton peuvent parfois être *insuffisantes,* mais ne sont *jamais fautives;* en d'autres termes, l'équation proposée peut avoir plus de racines imaginaires que la Règle n'en signale, mais elle n'en a jamais moins; 2° ses indications ne sont jamais inférieures, numériquement, à celles tirées de la Règle de Descartes ; elles leur sont même le plus souvent supérieures, et cette différence est d'autant plus prononcée en sa faveur, que l'équation donnée manque d'un moins grand nombre de termes. La pensée exprimée par M. Sylvester dans le premier vers du distique latin que j'ai cité est, de la sorte, pleinement justifiée.

» Ainsi se trouvent résolus les *desiderata* sur lesquels j'avais appelé l'attention, dans ma Communication du 14 juillet dernier, et l'on peut dire que la Règle de Newton sort victorieuse de ces dernières épreuves sur des points secondaires, qui pouvaient l'exposer encore à quelques objections dans la pratique. »

GÉOLOGIE. — *Sur des débris volcaniques recueillis sur la côte Est de l'île Mayotte, au nord-ouest de Madagascar;* par M. E. DE JONQUIÈRES.

« M. de Jonquières fait connaître à l'Académie, d'après une Lettre du Commandant de notre colonie de Mayotte, adressée au Ministre de la Ma-

rine, que, le 16 mai 1884 et les jours suivants, il est arrivé, sur la côte Est des îles Dzaoudji et Mayotte, une quantité considérable de pierres ponces, provenant très probablement de l'éruption du Krakatoa.

» Parmi ces débris volcaniques, dont le chef de la colonie envoie divers échantillons, il s'en trouve un très gros, couvert de coquillages.

» Le Ministre de la Marine a décidé que la caisse contenant ces échantillons, et qu'apporte le transport *la Corrèze*, sera expédiée au Directeur du Muséum à Paris, par les soins du Préfet maritime à Cherbourg.

» D'après les indications générales de la Carte des courants dans l'océan Indien, ces épaves seraient descendues du détroit de la Sonde jusque vers le 16e et le 17e degré de latitude méridionale, en suivant la direction du Sud-Ouest. Là, elles ont dû rencontrer la double impulsion des vents alizés et du courant équatorial, qui les a portées vers le cap d'Ambre, point le plus septentrional de l'île de Madagascar, que le courant, violent à cet endroit, contourne pour se diriger ensuite vers les îles Comore, dans le canal de Mozambique. En admettant ce trajet comme probable, elles auraient ainsi parcouru environ 3840 milles marins (de 60 au degré) en 259 jours, avec une *vitesse moyenne* de 14milles,8 par jour. »

CORRESPONDANCE.

L'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen adresse un exemplaire du Précis de ses travaux pendant l'année 1882-1883.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Th. Ricour*, intitulée « Notice sur diverses modifications introduites dans le mécanisme des machines locomotives ». Cette brochure, présentée par M. L. Lalanne, est renvoyée à la Commission du prix Dalmont.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la foudre globulaire*. Note de M. Gaston Planté.

« J'ai décrit, il y a quelques années, sous le nom d'*étincelle électrique ambulante* [1], un phénomène particulier produit par le passage d'un courant électrique de haute tension. Si l'on met un condensateur, à lame de

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 325.

mica très mince, en communication, par ses deux armatures, avec les électrodes d'une batterie secondaire de huit cents couples, le condensateur peut être percé, en raison de la tension élevée du courant, et comme, dans ces conditions, la quantité est beaucoup plus grande qu'avec une source d'électricité statique, l'effet ne se borne pas à la production d'une étincelle bruyante : il se forme un petit globule incandescent, par suite de la fusion de la matière même du condensateur, et ce globule se meut lentement à sa surface, en suivant les points où la lame isolante qui sépare les armatures présente le moins de résistance, et en décrivant les plus capricieuses sinuosités (*fig.* 1).

» L'expérience peut durer une ou deux minutes; elle ne cesse que lorsque

Fig. 1.

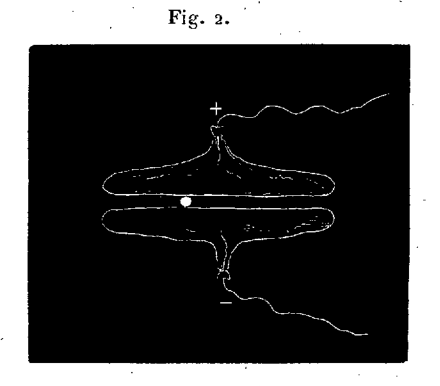


Fig. 2.

la batterie s'est déchargée, au point que le globule ne puisse plus se maintenir fondu entre les deux armatures.

» Le mouvement lent de ce petit globule est accompagné d'un fort bruissement, et, lorsque le condensateur est rendu adhérent à la surface d'une plaque de caoutchouc durci, on entend un cri aigu et strident, semblable à celui que produit une feuille de métal ou de carton sciée ou déchirée par une roue dentée animée d'une grande vitesse. Le condensateur est en même temps scié et découpé à jour, sur tout le trajet du globule étincelant.

» J'ai signalé l'analogie de ces effets avec ceux de la foudre globulaire. Pour mieux imiter encore les conditions dans lesquelles se produit le phénomène naturel, j'ai augmenté dernièrement la tension de la source d'électricité dynamique, et mis en jeu le courant d'une batterie secondaire de 1600 couples, dont la force électromotrice, dans les premiers instants de la décharge, est de 4000^{volts} environ. Supprimant, d'autre part, la lame de mica et les armatures métalliques, puisqu'il n'y a dans l'atmosphère que des

masses d'air et de vapeur d'eau, j'ai opéré simplement avec des surfaces humides électrisées, séparées par une couche d'air. Ces surfaces humides étaient constituées par des tampons ou des disques de papier à filtrer humectés d'eau distillée (*fig.* 2).

» Dès qu'on met ce système en relation avec les pôles de la batterie, on voit apparaître une petite *boule de feu* qui court, de côté et d'autre, entre les deux surfaces, et présente des intermittences spontanées dans son apparition et sa disparition, pendant plusieurs minutes. Comme la batterie se décharge ainsi moins rapidement qu'entre des armatures métalliques, l'expérience dure en effet plus longtemps. Les intermittences proviennent de ce que, lorsque le globule de feu a desséché divers points des surfaces humides, par suite de l'effet calorifique qu'il produit, et fait disparaître la vapeur d'eau dont la présence diminuerait la résistance de l'intervalle entre les surfaces, le courant s'interrompt sur ces points; mais l'effet reparaît alors sur d'autres points restés humides, et ainsi de suite.

» Ces expériences me paraissent confirmer les explications que j'ai déjà présentées relativement à la foudre globulaire ([1]), et je crois pouvoir en conclure aujourd'hui, avec plus de certitude, que la foudre globulaire est une décharge lente et partielle, soit directe, soit par influence, de l'électricité des nuées orageuses, lorsque cette électricité est en quantité exceptionnellement abondante, et que la nuée elle-même, ou la colonne d'air humide fortement électrisée, qui en forme pour ainsi dire l'électrode, se trouve très rapprochée du sol, au point de l'atteindre presque complètement, ou de n'en rester séparée que par une couche d'air isolante de faible épaisseur.

» Dans ces conditions, le flux électrique, par suite de son abondance, ou plus exactement la matière pondérable qu'il traverse, s'agrège, comme dans les expériences que je viens de décrire, sous la forme d'un globe de feu. C'est en quelque sorte un *œuf électrique*, sans enveloppe de verre, qui se forme avec les éléments de l'air et de la vapeur d'eau raréfiés et incandescents. Ce globe fulminaire ne constitue pas une sorte de bombe chargée d'électricité; il n'est point fulminant et dangereux par lui-même, comme le prouvent d'ailleurs les curieuses relations de Babinet et de divers observateurs; car le moindre courant d'air suffit à le déplacer, de même que dans les expériences ci-dessus : une faible insufflation sur le globule peut l'éloigner ou le faire momentanément disparaître; mais sa présence est néan-

---

([1]) *Comptes rendus*, 3 mai 1875, 21 août 1876, 1er octobre 1877 et 19 août 1878.

moins redoutable; car il amène l'électricité de la nuée orageuse, avec laquelle il communique d'une manière latente, ou quelquefois visible, comme à l'extrémité des trombes, et révèle le *lieu d'élection* de son écoulement.

» Si la couche d'air qui sépare la nuée du sol n'est point traversée, le globe de feu peut disparaître sans bruit, comme on l'a souvent observé; ou si une portion de la nuée orageuse s'abaisse vers la terre ou un autre point, la foudre peut tomber plus loin, en même temps que le globe disparaît. Mais, si la couche d'air est percée, il en résulte naturellement, sur le point même où apparaissait le globe, une chute de foudre, accompagnée du bruit du tonnerre, provenant, non de la faible quantité d'électricité renfermée dans la petite masse d'air raréfié et lumineux qui forme le globe, mais de la décharge brusque de toute l'électricité ou d'une grande portion de l'électricité contenue dans la nuée orageuse.

» La marche lente et capricieuse de ces globes fulminaires s'explique, comme celle des globules de feu électriques produits dans les expériences décrites ci-dessus, par les variations de la résistance de la couche d'air qui les sépare du sol, et par la tendance naturelle du flux électrique à chercher la ligne de moindre résistance pour son écoulement vers la terre.

» Quant aux globes de feu qui apparaissent quelquefois au sein des nuages eux-mêmes, par de violents orages, et dont Arago a relaté plusieurs exemples, l'expérience précédemment citée (*fig.* 2) en offre une image exacte, quoique très réduite, et il suffit de la voir pour se rendre compte du phénomène naturel.

» Ainsi peuvent s'expliquer les divers effets de la foudre globulaire ou tonnerre en boule, qui semblaient être une énigme, tant que l'on n'avait pour terme de comparaison que les effets des appareils d'électricité statique, dans lesquels la quantité d'électricité en jeu est trop minime pour présenter des phénomènes analogues, mais qui deviennent, au contraire, faciles à comprendre, en les rapprochant des effets produits par une source d'électricité dynamique, réunissant à la fois la *quantité* et la *tension*. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques combinaisons formées par les sels haloïdes avec les sels oxygénés du même métal.* Note de M. **H. Le Chatelier.**

« J'ai montré, dans une Communication précédente, que les silicates se combinent aux chlorures pour donner des composés $SiO^2, 2MO, MCl$

formés comme les wagnérites par la réunion de 1éq de sel neutre et 1éq de chlorure. Cela m'a conduit à supposer que tous les sels devaient donner des composés analogues et que l'on pourrait sans doute obtenir quelques-uns d'entre eux en opérant dans des conditions convenables. Nos prévisions se sont réalisées pour l'acide borique et le sesquioxyde de fer.

» *Chloroborate de chaux* $BaO^3, 3CaO, CaCl$. — Un mélange en proportion quelconque d'acide borique et de chaux, projeté dans le chlorure de calcium fondu, devient subitement incandescent et se dissout sans laisser de résidu ; puis, au bout de quelque temps, le liquide se trouble par suite de la formation d'un précipité cristallisé de chloroborate de chaux. Il se produit au début une solution sursaturée, résultant de ce que ce composé s'est trouvé à l'état naissant au contact de son dissolvant, le chlorure de calcium.

» On peut obtenir des cristaux relativement volumineux, c'est-à-dire ayant plusieurs millimètres de longueur, en chauffant latéralement le creuset qui renferme le chlorure de calcium fondu et réglant la température, de façon à laisser solidifier ce sel sur une certaine étendue de la surface supérieure du liquide. Par suite de l'inégale répartition des températures, le précipité cristallisé, qui s'est d'abord réuni au fond du creuset, se redissout graduellement pour aller former de nouveaux cristaux qui se déposent sur le chlorure solide et adhèrent fortement après au point d'appui. Au bout de quelques heures de chauffe, on décante rapidement le chlorure de calcium fondu et l'on trouve dans le creuset une partie solide hérissée de longs cristaux parfaitement nets.

» Le composé ainsi obtenu est rapidement décomposé par l'eau, l'air humide et lentement par l'alcool absolu.

» Sa composition peut être représentée par la formule $BaO^3, 3CaO, CaCl$, ainsi que le montre l'analyse suivante :

	Observé.	Calculé.
CaO	48	48,2
CaCl	32	31,7
BaO^3 (par différence)	20	20,1
	100	100,0

» Les cristaux appartiennent au système triclinique, tout en différant très peu cependant d'un prisme clinorhombique. Les mesures sont difficiles pour les faces du prisme qui se terminent rapidement à l'air, et impossibles pour les faces terminales qui sont complètement cylindriques. L'angle des normales extrêmes d'une face atteint parfois 15°.

» Les cristaux présentent les faces m, t, g_1, b_1, c_1, f_1, d_1.

» Les angles mesurés ont été pour les faces latérales :

m/t	108°30′
m/g_1	126.20
t/g_1	125.10

et pour les arêtes de la pyramide terminale contenues dans le plan g_1 :

h sur l'arête partant de a	105°
h sur l'arête partant de o	124.30
Arête a sur arête o	130.30

» Le plan des axes est h^1 ; leur angle est assez grand, mais n'a pu être mesuré. Les bissectrices sont à peu près également inclinées sur g^1.

» On déduit de ces données, pour la valeur des paramètres,

$a:b:c$ 0,74:1:0,80

Angle de h sur la base p .... 75°

» *Chloroferrite de chaux* $Fe^2O^3, CaO, CaCl$. — Ce composé, obtenu comme le précédent, se présente en prismes extrêmement brillants, ayant un clivage très facile, de telle sorte qu'on ne l'observe généralement qu'à l'état de minces lamelles. Il est complètement inaltérable à l'air et à l'eau, ce qui permet de le séparer aisément du chlorure de calcium en excès qui a servi à le faire cristalliser.

» L'analyse conduit assez exactement à la formule $Fe^2O^3, CaO, CaCl$:

	Observé.	Calculé.
Fe^2O^3	51	49
CaO	18	17,2
CaCl	32	33,8
	101	100

» Les cristaux non lamellaires, assez difficiles à obtenir, ont donné, pour angles de la face de clivage avec chacune des deux faces adjacentes, 129° 20′ et 109° 10′, et, par conséquent, pour l'angle des deux faces du prisme, 121° 30′.

» Je n'ai pu trouver aucun pointement discernable. Les lames de clivages observées au microscope polarisant s'éteignent à peu près dans le sens de leur longueur; elles sont terminées par un pointement obtus symétrique dont l'angle est de 139°.

» Les tentatives que j'ai faites avec d'autres acides ont été infructueuses : acide sulfurique, acide carbonique, oxyde de chrome, alumine, oxyde de zinc, bioxyde de manganèse. De ces résultats négatifs on ne saurait conclure à la non-existence de combinaisons chlorées analogues à celles que je viens de décrire. On sait en effet que les conditions de production des sels doubles et de tous les composés complexes formés avec un faible dégagement de chaleur sont resserrées entre des limites très étroites. Elles dépendent des équilibres qui se produisent dans les dissolutions et des solubilités relatives des divers composés en présence. L'alumine, par exemple, présente de telles analogies avec l'oxyde de fer qu'on est en droit d'affirmer l'existence du composé $Al^2O^3, CaO, CaCl$, et pourtant je n'ai jamais réussi à l'isoler; on obtient une masse vitreuse ne renfermant aucun précipité cristallisé. L'insuccès, dans ce cas, paraît devoir être attribué à la solubilité exagérée du chloro-aluminate dans le chlorure de calcium. Avec le sulfate de chaux les résultats ont également été négatifs; on obtient une très belle cristallisation d'anhydrite résultant de la moindre solubilité du sulfate de chaux mis en liberté par la dissociation partielle du chlorosulfate.

» On peut, par raison d'analogie, admettre que les bromures, iodures et fluorures donnent des composés analogues. J'ai fait quelques essais sur le fluorure de calcium et utilisé, à cet effet, sa grande solubilité dans le chlorure de calcium. Le sulfate de chaux donne une masse cristalline feuilletée paraissant présenter la composition $SO^3, CaO, CaFl$, mais je n'ai pu isoler aucun cristal un peu net. Avec le silicate de chaux $SiO^2, 2CaO$, je n'ai rien obtenu soit en présence du chlorure de calcium, soit en fondant seul le mélange $SiO^2, 2CaO + CaFl$. Ces deux composés cristallisent chacun de leur côté. Les résultats différents obtenus avec le chlorure et le fluorure de calcium peuvent s'expliquer par les fusibilités différentes de ces deux corps. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence de la chaleur sur la respiration et de la dyspnée thermique.* Note de M. Ch. Richet, présentée par M. A. Richet.

« Les auteurs qui se sont occupés de la dyspnée thermique (accroissement du nombre des respirations par le fait de la chaleur) ne se sont pas mis d'accord sur la cause de ce phénomène. M. Ackermann, M. Goldstein, M. Mertchinsky, M. Gad pensent que l'accélération respiratoire est due à l'échauffement du système nerveux central. M. Sihler, au contraire, croit à

une action réflexe dont le point de départ serait dans les nerfs cutanés périphériques.

» Les expériences que j'ai faites sur cette question, et dont le détail m'entraînerait trop loin, comportent les conclusions suivantes :

1° On peut, chez le chien, par des excitations électriques fortes et répétées, provoquer un tétanos général. Ces contractions musculaires violentes accroissent rapidement la température du corps : en même temps la respiration s'accélère. Dès que la température a dépassé environ 40°,5, le rythme respiratoire s'élève à 200, 300 et même 340 respirations par minute. Il y a donc une *dyspnée thermique centrale;* car, dans cette expérience, la température extérieure n'a pas varié, et la dyspnée intense qu'on observe alors ne peut reconnaître qu'une seule cause, l'échauffement du sang et du système nerveux.

» 2° Il y a aussi une *dyspnée thermique réflexe;* car des chiens, placés dans une étuve dont la température est entre 38° et 41°, deviennent aussitôt très anhélants : leur rythme respiratoire s'élève brusquement à 300 et même 340 respirations par minute. Cependant leur température centrale n'a pas varié : elle reste pendant des heures entières la même qu'au début de l'expérience. Il s'agit donc là d'une *dyspnée thermique réflexe,* due à l'excitation spéciale du tégument par un milieu ambiant plus chaud qu'à l'ordinaire.

» 3° Cette dyspnée thermique réflexe ne s'observe pas chez l'homme, mais chez le chien. Elle représente un appareil de réfrigération qui supplée au défaut de sa transpiration cutanée.

» 4° On constate que cet appareil de réfrigération est nécessaire au chien pour supporter des températures extérieures élevées. En effet, un chien mis dans l'étuve, après qu'il a été fortement muselé, ne peut pas faire des respirations fréquentes. Aussi sa température s'élève-t-elle alors rapidement. Dans mon étuve à 39°, un chien laissé en liberté conserve pendant vingt-quatre heures sa température normale, tandis que pour un chien muselé la température, en une demi-heure ou une heure, s'élève de 39° à 42° et même 43°.

» 5° Quel que soit le moyen qu'on emploie pour empêcher le rythme respiratoire d'être accéléré, la température du chien dans l'étuve s'élève très promptement. Ainsi, en faisant respirer l'animal par la trachée et par une canule d'étroit diamètre, qui suffit à la respiration normale, mais qui ne suffit pas à une respiration accélérée, la température s'élève bientôt à 42° et à 43°, et il meurt asphyxié.

» 6° Le chloral à dose anesthésique, en abolissant toutes les actions réflexes, abolit aussi la dyspnée thermique réflexe, de sorte qu'un chien profondément chloralisé ne peut plus avoir d'accélération respiratoire réflexe. Alors il s'échauffe en une heure ou deux jusqu'à une hyperthermie mortelle. Au contraire, la morphine, même à la dose de $0^{gr},50$, n'empêche pas ce réflexe respiratoire.

» 7° Pour que le rythme fréquent des inspirations ait lieu, il faut que la trachée soit largement ouverte, que la résistance à l'inspiration et à l'expiration soit réduite au minimum, et aussi la tension de l'acide carbonique dans le poumon; partant, dans le sang. Quand la surcharge d'acide carbonique est trop grande, la respiration devient profonde et lente. Il y a donc une *dyspnée asphyxique* caractérisée par des inspirations lentes et profondes; tandis que, dans la dyspnée thermique, la respiration est rapide et superficielle.

» 8° D'importantes différences séparent la dyspnée thermique centrale de la dyspnée thermique réflexe. Celle qui est réflexe est absolument abolie par le chloral, tandis que le chloral, même à dose anesthésique, n'empêche pas la dyspnée thermique de cause centrale, encore qu'il ralentisse quelque peu le rythme des inspirations. Il semble que le fait d'accélérer son rythme par la chaleur soit une propriété générale du système nerveux excito-moteur de la respiration, propriété qui ne peut disparaître par l'emploi des anesthésiques.

» 9° La dyspnée thermique centrale commence dès que la température de l'animal (chien) dépasse 40°,5; elle atteint son maximum quand la température est entre 41°,5 et 42°. Aucune excitation réflexe ne peut l'arrêter, tandis que la dyspnée thermique réflexe est soumise à l'influence de la volonté et de toutes les excitations périphériques.

» 10° Parmi les excitations périphériques, la plus puissante pour ralentir la respiration accélérée est le contact de l'eau froide; mais l'eau froide n'agit d'une manière durable que si la température du chien est au-dessous de 40°,6.

» 11° Dans la *thermo-dyspnée réflexe,* l'eau froide arrête immédiatement et d'une manière durable l'accélération respiratoire.

» 12° Dans la *thermo-dyspnée centrale*, l'accélération respiratoire persiste, alors même que la température du chien est revenue à l'état normal; il semble que le bulbe ait pris l'habitude d'un rythme précipité. Dans ce cas, c'est-à-dire quand la température s'est abaissée, sans que le rythme de la respiration se soit ralenti, l'eau froide, sans modifier notablement la

température, ralentit d'une manière permanente ce rythme accéléré, qui avait persisté après un échauffement momentané. Mais, si la température est au-dessus de 40°,6 ou environ, le ralentissement par l'eau froide n'est pas permanent. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'influence du travail intellectuel sur l'élimination de l'acide phosphorique par les urines.* Note de M. A. **Mairet**, présentée par M. Charcot.

« Dans une précédente Note, nous avons indiqué les rapports qui existent entre l'acide phosphorique d'une part, la nutrition générale et la nutrition du muscle d'autre part; dans la présente Note, nous nous proposons, par l'étude des modifications qu'imprime le travail intellectuel à l'élimination de l'acide phosphorique, d'indiquer les rapports qui existent entre cet acide et la nutrition du système nerveux.

» Lorsqu'on veut, pour le travail intellectuel, rechercher les modifications qu'il produit sur l'élimination de l'acide phosphorique par les urines, il faut, comme pour le travail musculaire, tenir compte de son intensité et de la nature de l'alimentation. Toutefois le travail intellectuel produit dans l'élimination de l'acide phosphorique des modifications qu'on retrouve avec n'importe quel genre de nourriture et qui consistent en une diminution de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'azote.

» *Exemple.* — Un individu soumis à un régime mixte assez reconstituant rend par vingt-quatre heures :

» 1° A l'état de repos :

Azote	24^{gr},54
Acide phosphorique uni aux alcalis	1^{gr},65

» 2° A la suite d'un travail intellectuel d'une durée de sept heures :

Azote	22^{gr},00
Acide phosphorique uni aux alcalis	1^{gr},53

» Ce même individu soumis à un régime végétal rend par vingt-quatre heures :

» 1° A l'état de repos :

Azote	10^{gr},82
Acide phosphorique uni aux alcalis	1^{gr},16

» 2° Sous l'influence d'un travail intellectuel de même durée et de même nature que précédemment :

Azote	8gr,45
Acide phosphorique uni aux alcalis	1gr,10

» Ce même individu à l'état de diète rend par vingt-quatre heures :

» 1° Au repos :

Azote	12gr,13
Acide phosphorique uni aux alcalis	1gr,13

» 2° Sous l'influence d'un même travail que précédemment :

Azote	10gr,71
Acide phosphorique uni aux alcalis	0gr,99

» La diminution de l'azote et de l'acide phosphorique uni aux alcalis que produit le travail intellectuel est en rapport avec la durée de ce travail. Aussi, l'individu soumis au régime mixte qui rendait à la suite d'un travail de sept heures les chiffres d'azote et d'acide phosphorique uni aux alcalis indiqués précédemment rend, à la suite d'un travail de dix heures :

Azote	21gr,08
Acide phosphorique uni aux alcalis	1gr,27

» *Le travail intellectuel diminue donc le chiffre de l'azote et de l'acide phosphorique uni aux alcalis rendus par les urines.*

» Mais, pour se rendre un compte exact des modifications que produit l'activité cérébrale sur l'élimination de l'acide phosphorique, il faut tenir compte de la nature de l'alimentation et de l'intensité du travail. Lorsque l'alimentation est peu riche relativement à l'intensité du travail, une nouvelle modification apparaît dans l'élimination des phosphates : le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres augmente.

» *a.* Pour un même régime, plus le travail intellectuel est intense, plus le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres augmente.

» *Exemple.* — Un individu soumis à un régime mixte rend par vingt-quatre heures : 0gr,50 d'acide phosphorique uni aux terres à l'état de repos; 0gr,52 à la suite d'un travail de sept heures et 0gr,58 après un travail de 10 heures.

» *b.* Pour un même travail, le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres rendu par les urines est plus ou moins considérable, suivant la richesse de l'alimentation. Tandis que chez l'individu qui précède, soumis

à un régime mixte, un travail intellectuel de sept heures produit une augmentation de $0^{gr},02$ seulement dans le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres rendu par les urines en vingt-quatre heures, cette augmentation monte à $0^{gr},08$ lorsque cet individu est soumis à un régime végétal et à $0^{gr},09$ lorsqu'il est à l'état de diète.

» Lors donc que l'intensité du travail intellectuel dépasse la richesse de l'alimentation, *ce travail augmente l'élimination de l'acide phosphorique uni aux terres.*

» Comment expliquer les modifications qu'imprime le travail intellectuel à l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote? Nous ne pouvons à cet égard qu'indiquer les résultats auxquels nous conduisent nos recherches :

» 1° L'acide phosphorique uni aux terres qu'on retrouve en excès dans les urines sous l'influence du travail intellectuel est un acide phosphorique de déchet qui se lie aux échanges nutritifs que produit ce travail au sein de la substance nerveuse;

» 2° La diminution de l'azote reconnaît comme cause un ralentissement de la nutrition générale. Il en est de même de la diminution de l'acide phosphorique uni aux alcalis; toutefois, celle-ci a encore une autre origine : elle provient en partie de ce qu'une certaine quantité de phosphates alcalins est absorbée par la substance nerveuse pour produire le travail et sert à compenser les pertes en acide phosphorique que le travail fait subir à cette substance. Comme conclusions, nous dirons :

» 1° *L'acide phosphorique est intimement lié à la nutrition et au fonctionnement du cerveau. Le cerveau, en fonctionnant, absorbe de l'acide phosphorique uni aux alcalis et rend de l'acide phosphorique uni aux terres;*

» 2° *Le travail intellectuel ralentit la nutrition générale;*

» 3° *Le travail intellectuel modifie l'élimination de l'acide phosphorique par les urines; il diminue le chiffre de l'acide phosphorique uni aux alcalis et augmente le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres.*

» Si maintenant nous résumons et comparons entre eux les résultats que nous ont fournis nos recherches relatives à la nutrition générale, au travail musculaire et au travail intellectuel, nous voyons que l'acide phosphorique se lie à la nutrition du muscle, du système nerveux et à la nutrition générale. Toutefois, ces différents facteurs font sentir différemment leur action sur l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote; tandis que le système nerveux, en fonctionnant, diminue l'acide phosphorique uni aux alcalis et l'azote et augmente l'acide phosphorique uni aux terres,

le muscle en activité agit d'une manière inverse : il augmente l'acide phosphorique uni aux alcalis et l'azote et tend à diminuer l'acide phosphorique uni aux terres; enfin la nutrition générale agit dans le même sens sur les deux espèces de phosphates et sur l'azote. Par conséquent, lorsque, dans un cas donné, ces facteurs, système nerveux, muscle, nutrition générale, agiront simultanément, on pourra faire la part qui revient à chacun d'eux dans les modifications constatées dans l'élimination de l'acide phosphorique en étudiant comparativement l'élimination de l'azote, de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'acide phosphorique uni aux terres. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le maxillaire, le palpigère et le sous-galéa de la mâchoire, chez les Insectes broyeurs.* Note de M. **J. Chatin**, présentée par M. Alph.-Milne Edwards.

« Considérée dans son ensemble, la mâchoire se montre composée de trois régions distinctes : 1° la base formée par le sous-maxillaire; 2° le centre, constitué par le maxillaire, le palpigère et le sous-galéa; 3° les appendices, représentés par le pulpe, le galéa et l'intermaxillaire.

» Ayant fait précédemment connaître les caractères et les variations du sous-maxillaire ([1]), j'examinerai aujourd'hui, sous le même point de vue, le centre de l'organe.

» Les trois pièces qui entrent dans la composition de cette région sont loin d'offrir la même constance et la même importance, le maxillaire réclamant une incontestable prééminence sur le palpigère et le sous-galéa, qui font fréquemment défaut et dont le rôle est secondaire. Cependant le maxillaire n'a été que rarement apprécié à son exacte valeur, et peu d'observateurs ont cherché à déterminer sa situation, ses rapports, ses formes, sa signification morphologique ou fonctionnelle. On pourra le constater aisément par les faits nouveaux que résument les descriptions suivantes.

» Si l'on examine d'abord la mâchoire du *Decticus verrucivorus*, on distingue, sans grande difficulé, le maxillaire s'élevant au milieu de l'organe comme un petit prisme vertical qui s'allonge latéralement pour se rétrécir en haut et en bas, ce caractère s'accentuant surtout à la face supérieure qui se relève progressivement de dehors en dedans.

» La mâchoire du *Blaps producta* présente un maxillaire de grande taille, mais de forme irrégulière. Il apparaît comme une sorte de coin,

([1]) *Comptes rendus*, séance du 7 juillet 1884.

intercalé entre le sous-maxillaire en bas et les lobes appendiculaires en haut; ses faces sont profondément dissemblables et c'est à peine si l'on peut y distinguer deux zones, l'une externe, l'autre interne.

» Chez les Psocides, le maxillaire est limité postérieurement par une petite facette qui s'incurve pour se continuer sous un angle aigu avec la face supérieure, tandis qu'elle s'unit avec la face inférieure en formant un angle obtus.

» S'il était nécessaire d'établir l'intérêt qui s'attache à l'étude comparée des diverses parties de la mâchoire, il suffirait de considérer l'*Oligotoma Saundersii* : rien de plus imprévu que l'aspect du maxillaire chez cet insecte; on croit avoir sous les yeux non le centre de la mâchoire, mais sa charnière basilaire. Un minutieux examen est nécessaire pour reconnaître l'exacte signification de cette pièce; c'est faute d'avoir poursuivi son analyse avec une rigueur suffisante que certains auteurs ont été conduits à l'interpréter de la façon la plus erronée. Leur excuse est dans la configuration de la face inférieure qui, saillante en dedans, excavée en dehors, offre une réelle similitude avec la même face considérée sur un sous-maxillaire. La face supérieure est profondément échancrée vers son tiers externe, tandis que les faces latérales s'incurvent fortement.

» Le maxillaire du *Forficula auricularia* est assez irrégulier en raison du grand développement de la face externe : loin d'être concave comme la face interne ou comme la face inférieure, elle est courbe et oblique.

» Dans l'*OEdipoda cinerascens,* le maxillaire se conforme en manière de crosse, excave à sa base, notablement convexe en dehors, presque plan en haut; il se développe surtout transversalement.

» Son orientation change encore avec le *Phasma Japetus* : le diamètre transversal s'atténue, pendant que le diamètre vertical s'accentue. Cette tendance s'affirme mieux chez le *Carabus auratus*, déterminant des changements profonds dans la forme générale du maxillaire, qui se montre nettement composé de deux parties inégales, l'une inférieure et étroite, l'autre supérieure et large.

» Le maxillaire du *Gryllus domesticus* est aussi composé de deux parties encore assez distinctes, mais inversement disposées, la partie large se trouvant placée en bas, tandis que la partie rétrécie devient supérieure. L'inégalité entre ces deux parties est d'ailleurs moindre que chez les Carabiques.

» Dans la Sauterelle verte (*Locusta veridissima*), le maxillaire se redresse et sa forme devient plus régulière : légèrement incurvé à sa base pour s'ar-

ticuler avec le sous-maxillaire, il se termine par un bord convexe, légèrement oblique de haut en bas; excavé vers le milieu de sa face interne, il se montre légèrement onduleux sur sa face externe.

» En résumé, on voit qu'il est impossible d'exprimer en une formule unique et constante les traits essentiels et les caractères morphologiques du maxillaire de la mâchoire chez les Insectes broyeurs; mais les études précédentes permettent de rapprocher et de grouper ses formes principales : relativement peu développé chez les Psocides, le *Blaps producta*, le *Oligotoma Saundersii*, le maxillaire atteint, au contraire, de notables dimensions chez les autres types qui viennent d'être décrits. Transversal ou horizontal chez le *Forficula auricularia*, l'*OEdipoda cinerascens*, le *Mantis religiosa*, il devient plus ou moins vertical chez le *Phasma Japetus*, le *Carabus auratus*, le *Gryllus domesticus*, le *Decticus verrucivorus*. Des modifications si fréquentes et si profondes portent avec elles leur enseignement et montrent combien il est indispensable de multiplier les sujets d'observation.

» Ainsi que je le rappelais précédemment, c'est en général sur le maxillaire que s'insèrent les appendices terminaux de la mâchoire : palpe en dehors, galéa et intermaxillaire en dedans. Mais, chez diverses espèces, deux pièces intermédiaires (palpigère et sous-galéa) viennent s'intercaler d'une part entre le maxillaire et le palpe, d'autre part, entre le maxillaire, les faces inférieures du galéa et de l'intermaxillaire. Peu constantes et de faibles dimensions, ces pièces réclament cependant une attention spéciale; je me borne à résumer leurs principales particularités.

» Développé surtout en largeur dans le *Decticus verrucivorus* et le *Phasma Japetus*, vertical chez le *Mantis religiosa*, le palpigère subit diverses modifications, mais conserve une autonomie incontestable dans plusieurs espèces, chez lesquellles il semble avoir été assez généralement méconnu (*Forficula auricularia*, *OEdipoda cinerascens*, *Gryllus domesticus*, *Termes lucifugus*, *Blaps producta*, *Oligotoma Saundersii*, *Carabus auratus*, *Locusta viridissima*, etc.).

L'importance du sous-galéa est plus considérable; il supporte, en effet, non plus un appendice unique, mais deux lobes parfois très développés, le galéa et l'intermaxillaire.

Aussi présente-t-il plusieurs dispositions intéressantes, mais dont l'analyse ne saurait trouver place dans cette Note; je dois toutefois mentionner la présence d'une double facette articulaire, assez régulièrement disposée chez le *Decticus verrucivorus*, fortement incliné chez le *Forficula auricularia*, accentuant sa dualité dans le *Gryllus domesticus* et le *Phasma Japetus*, amenant

enfin chez quelques Mantides un véritable dédoublement du sous-galéa, dont la forme devient très irrégulière chez les Pimélides, etc. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contributions à la flore pliocène de Java.* Note de M. L. Crié.

« Les empreintes végétales que j'ai pu étudier, grâce à l'obligeance de mon ami, M. Martin, professeur à l'Université de Leyde, proviennent du Gunnung Kendang, au sud du Gunnung Gedah, à Java.

» Ces fossiles ont été recueillis par l'ingénieur Delprat, dans les tufs volcaniques de Buitenzorg et dans des lignites qui ont été rapportés au pliocène. Au-dessous de ces tufs grisâtres existent des calcaires miocènes dont la faune est l'objet, en ce moment, d'une étude particulière de la part du géologue de Leyde.

» Trois de ces empreintes ont été attribuées par nous à un palmier flabelliforme, à une rhamnée et à un figuier ([1]).

» La feuille de figuier, qui a été parfaitement conservée dans la roche volcanique, présente un limbe entier et symétrique. La nervure principale, très accentuée, offre des deux côtés des nervures secondaires camptodromes, au nombre de huit à douze. Celles-ci n'atteignent pas le bord foliaire, mais elles s'incurvent, avant d'y arriver, en un arc qui s'élève pour s'anastomoser avec la nervure placée au-dessus. Les nervures tertiaires se détachent à angle droit des nervures secondaires; cette disposition se retrouve chez un grand nombre de *Ficus*. Les dernières nervures ou nervilles forment un réseau dont les aréoles sont bien visibles sur la feuille fossile, que j'appellerai *Ficus Martiniana*. Ce nom me permet de consacrer le souvenir du savant distingué qui nous a fait connaître récemment la faune des terrains tertiaires de Java et des calcaires carbonifères de Timor.

» La nervation du *Ficus Martiniana* présente une analogie frappante avec celle de plusieurs *Ficus* des Indes orientales néerlandaises, parmi lesquels je citerai surtout les *Ficus scaberrima, callosa, parietalis*. Notre figuier pliocène paraît lui-même assez voisin du *Ficus flexuosa*, Gœppert, des couches

---

([1]) M. le professeur Suringar, de Leyde, et M. Boerlage, conservateur de l'herbier de Leyde, ont mis gracieusement à ma disposition une riche série de *Ficus* des Indes orientales néerlandaises. Ces précieux matériaux me permettent de justifier l'attribution que je propose.

éocènes de Java; cette affinité ressort de l'étude générale du limbe et de la nervation tout entière.

» Nous considérons le *Ficus martiniana* des terrains pliocènes de Buitenzorg comme une forme intermédiaire entre le *Ficus flexuosa* de l'éocène de Java et le *Ficus scaberrima* qui vit de nos jours dans la même région. Ce nouvel exemple d'une plante pliocène jouant le rôle d'intermédiaire vient s'ajouter à ceux qui ont été offerts à M. de Saporta par plusieurs végétaux des travertins de Meximieux et des tufs volcaniques du Cantal. Nous citerons seulement le *Populus alba pliocenica*, Saporta, qui établit le passage du *Populus leucophylla*, Unger, de la formation miocène supérieure de Freiberg, en Styrie, au *Populus alba*, Linné, c'est-à-dire notre peuplier blanc de Hollande.

» Les lignites pliocènes du Gunnung Kendang renferment de nombreux débris de végétaux, mais le mauvais état de ces empreintes, dont la nervation est à peine visible, m'empêche de me prononcer au sujet de leur attribution.

» Quant aux autres feuilles fossiles des tufs volcaniques de Buitenzorg, elles seront décrites et figurées dans notre travail sur la flore pliocène de Java. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur quelques phénomènes lumineux particuliers, observés en Suisse, autour du Soleil.* Note de M. **F.-A. Forel.**

« On a signalé, de divers côtés, de singuliers phénomènes lumineux qui apparaissent autour du Soleil et le ceignent d'un limbe rougeâtre; ces observations ont été faites dans la plaine, à plusieurs reprises, pendant le printemps et l'été de cette année. Lorsque le ciel était à demi voilé de vapeurs blanches, j'ai moi-même souvent noté, à Morges (lac Léman), une teinte rougeâtre de ces nuages, dans le voisinage du Soleil, à quelque 20° ou 25° de l'astre. Mais l'évidence de ces apparitions devient bien autrement claire dans le ciel admirablement pur des Hautes-Alpes, et, pendant la dernière quinzaine, dans un séjour que j'ai fait dans la belle vallée de Saas-Fée (canton du Valais), j'ai pu jouir de ces spectacles chaque fois que le temps était clair, c'est-à-dire presque chaque jour.

» Le phénomène est fort imposant : le Soleil est entouré d'un limbe blanc d'argent, très brillant, très éclairant, dont je pourrais comparer la lumière à l'éclat étrange de la première phase des feux crépusculaires de l'hiver dernier. Ce limbe, qui mesure peut-être une dizaine de degrés de

rayon, est entouré d'une large couronne rougeâtre, aux limites mal définies, dont les teintes orangées ou violacées se fondent, en dedans, avec le limbe d'argent, en dehors avec le bleu du ciel. La largeur de cette couronne est à peu près égale au rayon du limbe argenté. En dehors, le ciel est bleu, et jusqu'à une assez grande distance du Soleil, d'un bleu plus sombre que le bleu normal; on peut s'en convaincre, le soir, lorsque, le Soleil s'abaissant derrière les cimes neigeuses, le couchant semble prendre les nuances d'un ciel orageux.

» On croirait à un nuage de poussière, qui visiterait le Soleil; mais, en dehors de ces apparitions colorées, l'état de l'astre est aussi brillant que jamais, le ciel est aussi pur, d'un bleu aussi azuré, et rien ne semble en altérer la transparence.

» Le spectacle a eu son maximum d'éclat le 23 juillet, par un jour admirablement serein ([1]); d'après des lettres qui me sont adressées, il a été aussi observé ce même jour à la Sand-Alp, dans le canton de Glaris, à Kandersteg dans le canton de Berne, à Charmey dans le bas Valais. Mais il a été visible chaque jour, avec plus ou moins d'évidence, pendant mon séjour à la montagne. Depuis trois jours que je suis redescendu en plaine, je n'en vois plus trace. Plusieurs observateurs m'ont affirmé que ce phénomène avait été souvent constaté en Valais, pendant le printemps et l'été de cette année.

» Serait-ce la continuation de cette série étonnante de phénomènes optiques, dont les diverses parties de la Terre ont successivement joui depuis la grande éruption volcanique de Krakatoa, le 27 août 1883, et qui, pour notre Europe, ont eu leur éclat culminant dans les lueurs crépusculaires et aurorales de novembre, décembre et janvier derniers? Je pose la question, mais ne la résous pas. »

M. **Jamin** fait remarquer que des phénomènes semblables ont été observés à Paris et dans diverses parties de la France, pendant les chaleurs exceptionnelles de ces dernières semaines.

M. **Ch.-W. Zenger** adresse une Note « Sur l'existence possible de corps planétaires encore inconnus ».

([1]) Le même jour, M. Auguste Arcimis observait à Madrid des phénomènes crépusculaires analogues à ceux de l'hiver dernier. Il a noté, en particulier, une couronne brillante d'un blanc d'argent, de 48° de diamètre, autour du Soleil. (*Nature*, XXX, 324.)

M. L. Jaubert adresse deux Notes relatives, l'une, à un bolide observé le 10 juillet, au-dessus de η du Serpent, et s'avançant vers ξ du Sagittaire; l'autre, aux particularités qu'ont présentées les éclairs, pendant l'orage qui a éclaté à Paris dans la nuit du 13 au 14 juillet.

M. L. Favre adresse, de Marseille, une Note « Sur la classification des Sciences ».

La séance est levée à 3 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 11 aout 1884.

Ministère de la Marine et des Colonies. Revue maritime et coloniale, août 1884. Paris, Berger-Levrault et Cie; br. in-8°.

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie royale de Médecine de Belgique; t. VII. Bruxelles, H. Manceaux, imprimeur de l'Académie, 1884; in-8°.

Précis analytique des travaux de l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Rouen, pendant l'année 1882-1883. Rouen, impr. de Espérance Cagniard. Paris, A. Picard, 1884; in-8°.

Association internationale du Congo. — Mémoire sur les observations météorologiques faites à Vivi (Congo inférieur); par A. Von Danckhelman. Berlin, A. Asher et Co, 1884; br. in-4°.

Traité élémentaire d'Electricité; par James-Clerk Maxwell, traduit de l'anglais par G. Richard, ingénieur civil des mines. Paris, imp. Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

Etudes sur la pathologie du rein; par Cornil et Brault. Paris, Félix Alcan, éditeur; 1884, in-8°. (Présenté par M. Gosselin pour le Concours Montyon de 1885, Médecine et Chirurgie.)

Le monde physique; par Amédée Guillemin; t. V. Paris, Hachette et Cie, 1884; br. in-8°.

Le choléra et le Congrès sanitaire diplomatique international; par le Dr J.-P. Bonnafont. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1866; br. in-8°.

Proceedings of the Royal geographical Society and Monthly Record of Geography. London, Ed. Stanford, 1884; br. in-8°.

The Quarterly weather Report of the meteorological Office. New series, Part III, july-september 1876. London, J.-D. Potter, 1884; br. in-4°.

Memorias del Instituto geografico y estadistico, t. IV. Madrid, imprenta de la direccion general del Instituto geografico y estadistico, 1883; in-4°.

Regenwaarnemingen in nederlandsch-Indië; vifde Jaargang, 1883. Batavia, Landsdrukkerij, 1884; in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 18 AOUT 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

DISCOURS PRONONCÉS AUX FUNÉRAILLES DE M. PAUL THENARD.

Discours de M. Bouley,

AU NOM DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

« Messieurs,

» L'Académie des Sciences est mise une nouvelle fois en grand deuil par une grande perte; et c'est encore dans les rangs des savants qui ont illustré la Chimie française que la mort vient de frapper : après Henri Deville, J.-B. Dumas; après Dumas, Wurtz; après Wurtz, Paul Thenard, héritier d'un beau nom dont il a continué la gloire.

» Paul Thenard mérite, en effet, une place d'honneur parmi les savants qui ont imprimé à la Chimie, dans ce siècle, une si puissante impulsion. D'autres diront ailleurs, avec plus de compétence que je ne saurais le faire, la part importante qui revient à Paul Thenard dans ce grand mouvement. Aujourd'hui, dans ce lieu, sous le coup de la tristesse qui nous possède tous, je dois me borner, pour rendre hommage à sa mémoire, au nom de

la Section d'économie rurale de l'Académie des Sciences, dont je suis ici le représentant, à marquer son œuvre par ses traits principaux.

» On peut dire que son coup d'essai a été un coup de maître, et de grand maître, car ce sont ses recherches sur les hydrogènes phosphorés et sur les alcalis phosphorés qui ont ouvert la voie dans laquelle Wurtz est entré, et qu'il a parcourue avec tant d'éclat. Sans rien diminuer de la gloire de Wurtz, ce n'est que justice de dire que Paul Thenard a été son précurseur, car les éthylphosphines, qu'il a constituées et étudiées, peuvent être considérées comme l'acte primordial qui prélude à la grande découverte des ammoniaques composées. Ce qui prouve bien du reste que, dans ce premier travail, Paul Thenard faisait œuvre de maître, c'est qu'il a prévu, en le communiquant à l'Académie en 1845, les nombreuses séries de corps que l'on obtiendrait, et que, effectivement, on a obtenues depuis en suivant son idée.

» Si Paul Thenard eût persévéré dans cet ordre de recherches, nul doute qu'il n'y eût fait, lui aussi, de belles découvertes, puisque sa sagacité les lui faisait pressentir d'après les résultats qu'il avait déjà observés.

» Mais une autre étude l'appelait : celle du sol arable. Il s'y est donné, en effet, et lui a consacré presque toute sa vie.

» Combien mystérieuses étaient encore, lorsqu'il s'est mis à cette œuvre devenue si féconde entre ses mains, les combinaisons chimiques dont le sol arable est incessamment le théâtre ! Paul Thenard, on peut le dire, a répandu de grandes clartés dans la profondeur de ces ténèbres.

» Au moment où il entreprit ses travaux, on était sous l'influence d'une célèbre expérience de sir Humphry Davy, qui tendait à démontrer que la fermentation dépouillait le fumier d'une grande partie de son azote; et la Science voulait imposer, contrairement aux pratiques traditionnelles, l'emploi du fumier frais, afin d'éviter les pertes d'azote dont la fermentation était réputée la cause; mais les vieilles pratiques opposaient leur force de résistance séculaire aux déductions du savant chimiste anglais. Paul Thenard, qui s'était rangé à la doctrine nouvelle, entreprit des expériences pour l'imposer aux esprits par la force de ses démonstrations. Mais, à son grand étonnement, les essais comparatifs qu'il fit avec les deux fumiers l'obligèrent à reconnaître, après plusieurs années d'expériences, que c'était la tradition qui avait raison contre la science de laboratoire.

» Ce fait constaté, Paul Thenard se proposa d'en chercher la cause. Il la chercha et fut conduit ainsi à une découverte de la plus grande importance pour l'éclaircissement des faits et des pratiques de l'industrie agri-

cole. Cette découverte est celle d'un acide, auquel il a donné le nom de *fumique*, en raison de son origine, acide qui se forme pendant la fermentation, retient l'azote des déjections et contracte avec l'alumine, l'oxyde de fer, la chaux, etc., des combinaisons insolubles qui emmagasinent cet azote dans le sol, parce que, en raison de leur insolubilité, elles ne peuvent être entraînées par les pluies.

» Mais si ces matières azotées sont insolubles, comment peuvent-elles servir à l'alimentation des plantes? Thenard s'est attaché à démontrer qu'elles sont nitrifiables avec le temps, et que, lentement, l'azote des corps bruns ou noirs qui résultent des combinaisons de l'acide fumique devenait soluble et assimilable. Grâce à ce procédé naturel, il y a une sorte d'adéquation qui s'établit entre les besoins des plantes et les quantités de matières azotées solubles que le sol peut graduellement leur fournir.

» Mais une autre question était à résoudre pour que le problème de l'action du fumier sur les sols arables fût complètement éclairci. Comment se produisent dans le sol les corps noirs azotés qui tiennent l'azote en réserve? Paul Thenard, s'inspirant des faits qu'il avait observés, fut amené à penser que l'acide fumique pouvait bien n'être que le résultat de la réaction du carbonate d'ammoniaque, engendré par la putréfaction des matières animales du fumier, sur les matières végétales qui entrent dans sa constitution. Cette idée conçue, Paul Thenard en prouva la justesse par une vérification expérimentale : il produisit de toutes pièces l'acide fumique en faisant réagir du gaz ammoniac sur diverses matières neutres : ligneux, amidon, sucre, etc.

» Cette synthèse de l'acide fumique constitue une découverte capitale, qui assigne à Paul Thenard un rang supérieur dans l'histoire de la Science, car elle le range parmi les inventeurs. Il en avait compris toute l'importance et se complaisait volontiers à déduire de sa belle synthèse tout ce qu'elle renfermait, croyait-il, de fécond pour la Chimie et pour la Physiologie. Sa grande visée était la synthèse de l'albumine, et il croyait y toucher, car l'analyse lui avait démontré que la composition centésimale du corps cristallisé en aiguille, qu'il obtenait par la réaction du gaz ammoniac sur les matières organiques ternaires, se rapprochait, à quelques millièmes près, de la composition de l'albumine : « Encore un pas, disait-il, à un de ses » élèves, aujourd'hui agrégé à la Faculté de Médecine, et la synthèse est » trouvée..... Je ne serais pas étonné que le produit que j'ai obtenu fût » déjà assimilable; il faudra que nous résolvions cette question par des » expériences. »

» Est-ce là une vue de génie ou n'est-ce qu'une de ces espérances dont les inventeurs subissent volontiers l'entraînement? L'avenir le dira. Mais, quel que doive être le jugement qui sera prononcé sur ce point, Paul Thenard n'en conservera pas moins le mérite d'être entré, l'un des premiers, dans la voie des synthèses organiques, et d'avoir établi la théorie de l'action des fumiers sur une base scientifique solide. Les recherches qui l'ont conduit à ce résultat sont d'autant plus méritoires, qu'il s'y est obstiné, on peut le dire, pendant une grande partie de sa vie, sans que jamais les difficultés de ce sujet complexe, et à beaucoup d'égards répugnant, aient mis à bout son énergie.

Je veux encore signaler ici les belles recherches que Paul Thenard a faites, en collaboration avec son fils, sur la condensation de certains gaz organiques par l'action de cette force, encore bien mystérieuse, que l'on appelle l'*effluve électrique*. En soumettant à l'action de l'effluve un mélange d'oxyde de carbone et d'hydrogène à volumes égaux, les deux expérimentateurs ont vu se produire sous leurs yeux un corps solide et persistant, dont la composition se rapproche remarquablement de celle du sucre : grand résultat que M. Dumas considérait comme d'ordre supérieur.

» Voilà une nouvelle voie ouverte aux recherches synthétiques, qu'Arnould Thenard, fidèle à la gloire de son père, se fera, sans aucun doute, un devoir de poursuivre.

» L'Agriculture est redevable à Paul Thenard de beaucoup d'autres travaux qui ont abouti souvent à des résultats pratiques d'une grande importance : notamment l'application qu'il a faite avec tant de sagacité des propriétés du sulfure de carbone au traitement des vignes phylloxérées.

Les beaux travaux agricoles de Thenard reçurent leur suprême consécration de l'Académie des Sciences; elle lui ouvrit ses rangs en 1864 et il fut appelé à l'honneur de succéder à M. de Gasparin, dans la Section d'Économie rurale. Il a été l'un des membres les plus assidus de l'Académie tant que sa santé le lui a permis, et jamais il ne s'en est désintéressé, même dans ses jours de souffrance et dans l'éloignement où le forçait sa maladie. On peut dire que l'Académie lui était comme une famille à laquelle il était tout dévoué, de corps quand il le pouvait, d'âme toujours. Sa nature bienveillante, sociable, serviable, lui avait mérité les sympathies de tous et l'affection d'un grand nombre. Plein de sincérité, il exprimait ses sentiments avec une bonhomie qui n'avait rien d'affecté et qui lui permettait d'avoir son franc parler même avec les plus irritables et les

plus prompts à réagir. Une des particularités remarquables de Thenard et qui prouve combien son esprit était compréhensif, c'est qu'il connaissait tous ses confrères de l'Académie par leurs œuvres principales et qu'il pouvait en donner la caractéristique essentielle. Une autre, c'est le respect profond qu'il a toujours conservé pour ceux qui avaient été ses maîtres. L'égalité établie par la confraternité ne le lui fit jamais oublier. M. Dumas, notamment, fut toujours pour lui le maître vénéré, et il considérait comme un grand honneur les visites qu'il venait faire à son laboratoire, heureux et fier quand les expériences dont il le rendait témoin ou dont il lui exposait les résultats recevaient son approbation. Devenu maître à son tour, Paul Thenard redevenait volontiers élève devant l'illustre savant à qui il devait son initiation à la Science.

» La bonté de Paul Thenard était une bonté toujours active, quand l'occasion se montrait pour lui de la manifester. Il a continué l'œuvre secourable fondée par son père sous le nom de *Société des amis des Sciences,* pour venir en aide à ceux des adeptes de la Science à qui la fortune ne s'est pas montrée propice, chose qui, malheureusement, hélas! ne constitue pas une rare exception. Toutes les fois que, dans les Sociétés auxquelles Paul Thenard appartenait, un appel était fait pour une œuvre charitable, Thenard s'est montré prompt à y répondre.

» Je ne dis rien de toutes les assistances généreuses qu'il faisait avec tant de discrétion, que sa main gauche, on peut le dire, ignorait ce que faisait sa main droite. A plus forte raison dois-je ignorer moi-même ce que faisaient l'une et l'autre; mais elles faisaient beaucoup, car elles étaient les agents d'une âme généreuse, qui considérait la bienfaisance comme un devoir de la haute situation sociale qu'il occupait.

» Aux jours de nos malheurs, Paul Thenard fit preuve d'un grand patriotisme. Lorsque le grand soldat qui, par le seul prestige de sa présence, avait fait la conquête de tout un royaume, vint offrir le secours de son épée à la France abandonnée par les puissances officielles, Paul Thenard mit au service de Garibaldi toutes les ressources dont il disposait. C'était une conduite trop belle pour que l'ennemi dont la France était la proie ne lui fît pas l'honneur de l'en punir. Paul Thenard fut arraché de son foyer, et, malgré son état maladif, il dut faire, par un froid de quinze degrés, le voyage de Talmay à Brême, où il fut sequestré à titre d'otage.

» Tout concourut à lui rendre son exil douloureux, car cette guerre cruelle avait si bien rompu tous les liens de la confraternité scientifique

que pas un des savants de l'Allemagne, soit crainte, soit passion véritable, ne vint lui donner ou ne lui envoya un signe de sympathie. Pas un n'eut le courage de la reconnaissance envers cette France généreuse, où depuis cinquante ans ils avaient reçu partout, dans les laboratoires, dans les cours, dans les familles, un accueil si libéral et si désintéressé.

» Paul Thenard fut égal par sa force d'âme à toutes les souffrances physiques et morales qu'un ennemi sans pitié lui fit alors endurer.

» Messieurs, voici l'heure de la suprême séparation, de la séparation sans retour. La tombe va se fermer, mais Paul Thenard n'y disparaîtra pas tout entier. Il restera avec nous et avec ceux qui nous suivront par son œuvre scientifique qui fait son nom durable.

» Il restera avec ses amis par le souvenir de tout ce qu'il y avait en lui de bon, d'affectueux, de dévoué;

» Il restera dans sa famille, toujours présent au milieu d'elle;

» Présent par l'esprit et par le cœur dans l'esprit et le cœur de la femme dévouée qui l'a soutenu de son dévouement avec tant de constance dans les jours de souffrance, qui lui ont été, hélas! trop libéralement comptés;

» Il restera dans l'esprit et le cœur de son fils, à qui il laisse la tâche, dont il est digne, de soutenir la gloire de son nom et de la continuer; et sans doute aussi que ses petits-enfants, dont il était si heureux, quand ils connaîtront la vie de leur aïeul, cette vie si pleine par la Science et par les qualités du cœur, se feront un devoir de le prendre pour modèle.

» Il me reste, avant de terminer, un devoir personnel à remplir envers l'ami si affectionné que la mort nous ravit aujourd'hui; et ici je ne parlerai pas seulement en mon nom, j'exprimerai les sentiments de reconnaissance de la profession dont je suis le représentant.

» C'est à Paul Thenard que nous devons la réintégration de la Science vétérinaire dans l'Académie des Sciences. Soucieux des intérêts de l'Académie et de l'étendue de son rôle, il avait compris que rien ne devait lui rester étranger de ce qu'embrassent les connaissances humaines, et qu'une Science à l'intervention de laquelle la France devait d'avoir échappé aux ravages de la terrible épizootie bovine, dont venaient de souffrir cruellement deux pays voisins qui avaient refusé de se mettre sous sa protection, s'était rendue digne de prendre sa place à côté de la Médecine humaine dans l'Académie qui embrasse toutes les Sciences.

» Convaincu de la justice de cette cause, Paul Thenard appliqua à sa

réussite toutes les ressources que lui donnait l'influence légitime dont il jouissait à l'Académie, et le succès couronna son entreprise.

» C'est à ce succès que je dois l'insigne honneur qui m'est échu d'occuper une place dans les rangs de l'Académie des Sciences.

» Seize ans se sont écoulés depuis cette époque, et dans cette période bien des travaux accomplis, bien des Mémoires communiqués à l'Académie, dont un certain nombre ont été couronnés par elle, sont venus porter témoignage de la justesse des vues de Thenard, en montrant la part considérable que les représentants de la Science vétérinaire ont prise et prennent tous les jours au mouvement scientifique de notre temps.

» Et comme tout se tient en pareille matière, à mesure que l'humble Science, sortie, au siècle dernier, des ateliers de la maréchalerie, s'est élevée à une plus grande hauteur, elle a entraîné ceux qui la représentent dans son mouvement ascensionnel; et voici qu'un décret du Président de la République, rendu sur la proposition du Ministre de la guerre, vient d'assimiler les vétérinaires de l'armée aux officiers et de leur en donner les insignes et les prérogatives.

» Cher Thenard, c'est encore à vous, promoteur de l'élection de 1868, que revient une grande part de cet avancement si longtemps attendu; et je suis heureux de vous le rapporter au nom de la profession vétérinaire dont vous avez si bien compris et si hautement proclamé les services.

» Votre nom demeurera inscrit dans ses fastes comme celui d'un de ses bienfaiteurs. »

Discours de M. Fremy.

« Messieurs,

» Je viens adresser les derniers adieux au savant éminent et à l'homme de bien qui était un de mes meilleurs et de mes plus anciens amis.

» Ce n'est pas devant cette tombe et dans ce triste moment que j'essayerai de faire une analyse complète des travaux de Paul Thenard; je veux seulement vous rappeler quelques-unes de ses découvertes, qui sont de véritables actions d'éclat et qui, dans sa carrière scientifique, lui ont donné la place qu'il a si noblement occupée.

» Notre Confrère a reçu, encore jeune, le plus grand honneur qu'un savant puisse ambitionner : l'Académie des Sciences l'a placé dans la Section

d'Économie rurale; mais elle aurait pu aussi, en toute justice, le faire entrer dans la Section de Chimie, car ses découvertes chimiques sont réellement de premier ordre : ses travaux portent l'empreinte d'une originalité véritable; il aimait à traiter les questions les plus délicates, et il arrivait à les résoudre avec une sûreté de jugement et une ténacité remarquables.

» Les chimistes se rappellent l'impression qui se produisit dans le monde savant, lorsqu'on vit un jeune homme, portant un nom illustre et vénéré, publier, sur les combinaisons du phosphore avec l'hydrogène, un travail digne d'un maître; toutes les difficultés que présentent les recherches chimiques se trouvaient réunies dans ce Mémoire : Paul Thenard les avait surmontées; les corps qu'il avait découverts brûlaient spontanément à l'air, et leur préparation était dangereuse; leurs propriétés ont été cependant étudiées de la façon la plus complète par le courageux et habile expérimentateur.

» Ce brillant début fut suivi bientôt de recherches nombreuses sur la Chimie minérale et sur la Chimie organique.

» La découverte due à Paul Thenard, que les chimistes placeront toujours en première ligne, porte sur les corps organiques phosphorés.

» Il a démontré, dans ces belles recherches, que le phosphore peut jouer le même rôle que l'azote.

» On comprend toute l'influence que ce travail a dû exercer sur les progrès de la Science; il donnait en effet une preuve nouvelle des analogies qui rapprochent le phosphore et l'azote; il introduisait dans la Chimie toute une série de corps phosphorés que les chimistes ne connaissaient pas et qu'on peut comparer aux substances ammoniacales; il a donc ouvert une voie féconde qui a été suivie ensuite par un grand nombre de chimistes.

» Le savant, auquel on devait des travaux de cette portée, était en position de rendre de bien grands services à l'Agriculture lorsqu'il appliquerait sa sagacité de chimiste et son talent d'expérimentateur à la solution des questions d'Économie rurale qui se rapportent à la Chimie.

» Aussi, dans ses recherches de Chimie agricole, Paul Thenard est-il arrivé à des résultats qui intéressent au plus haut degré la Science pure et les applications agricoles.

» Soumettant à l'analyse chimique l'étude des réactions complexes qui se produisent dans le sol arable, il a établi le rôle si important de l'oxyde de fer qui, en se réduisant dans la terre et en s'oxydant ensuite au contact de l'air, concourt à l'utilisation des engrais.

» On lui doit aussi de précieux travaux sur les agents qui, dans le sol, déterminent la désagrégation des roches et facilitent l'introduction des substances minérales dans le tissu des végétaux.

» Le talent persévérant de Paul Thenard s'est montré de la manière la plus remarquable dans cette série de belles recherches publiées sur les produits bruns et noirs qui se forment, dans le fumier, par la décomposition des végétaux en présence de l'ammoniaque.

» Dans cette étude aride, qui a fait reculer les chimistes les plus habiles, il a donné la composition et le mode de production de tous ces corps noirs qui emmagasinent provisoirement l'azote pour le rendre ensuite à la végétation au moment utile.

» Parmi les titres scientifiques si nombreux de Paul Thenard, il en est un qui doit appeler sur lui la reconnaissance du pays : je veux parler ici de ses travaux sur le Phylloxera.

» Paul Thenard a proposé, le premier, l'emploi du sulfure de carbone pour combattre le Phylloxera.

» Si le sulfure de carbone, libre ou combiné, peut conjurer le fléau qui, en ce moment, ruine plusieurs de nos provinces, c'est à Paul Thenard que la France devra la conservation d'une de ses plus grandes richesses.

» Notre ami a eu, dans sa vie, la satisfaction de voir son fils suivre avec une grande distinction la carrière des sciences : les travaux physico-chimiques d'Arnould Thenard, et particulièrement ceux qu'il a publiés sur l'ozone et sur les effluves électriques, sont hautement appréciés par tous les savants.

» Dans une collaboration touchante, les deux Thenard se sont réunis pour produire synthétiquement, au moyen de l'effluve électrique, des corps organiques artificiels.

» Le résultat cherché a été obtenu : en soumettant à l'influence de l'effluve un mélange d'oxyde de carbone, d'acide carbonique et la vapeur d'eau, les deux habiles expérimentateurs ont produit des substances qui présentent les plus grands rapports avec les corps organiques; une pareille découverte offre une importance que tout le monde comprendra; je suis persuadé qu'Arnould Thenard sera heureux de compléter ce beau travail qu'il avait commencé avec son vénéré père.

» Je viens, dans des paroles bien insuffisantes, de faire ressortir quelques-uns des mérites du savant éminent que nous perdons. Permettez à son vieux

camarade, qui l'a connu dès son enfance, de rappeler ici les qualités de son cœur.

» Paul Thenard était l'homme de bien par excellence : il avait une générosité à toute épreuve et une bonté qui ne s'est jamais démentie.

» Si une infortune lui était signalée, il la soulageait immédiatement; son laboratoire était ouvert aux jeunes savants : il les aidait dans leurs travaux et les soutenait ensuite dans leur carrière; il a donc doublement servi la Science par les découvertes qu'il a faites et par celles qu'il a provoquées.

» Paul Thenard a donné, dans sa vie, des preuves nombreuses de l'amour qu'il portait à notre chère France.

» Personne n'a oublié la conduite courageuse de notre pauvre ami pendant la triste guerre de 1870. Entièrement dévoué à son pays, il ne pouvait supporter le joug de l'étranger; il a lutté de toutes ses forces contre l'ennemi : aussi a-t-il été emmené en Allemagne comme otage, avec M[me] Thenard qui, dans son courage et son affection, ne voulait à aucun prix abandonner son mari.

» C'est là que Paul Thenard a pris le germe de la cruelle maladie qui aujourd'hui l'enlève avant l'âge; les malheurs de la patrie avaient frappé le patriote au cœur.

» La perte de notre bien-aimé Confrère n'est pas seulement un deuil pour le monde savant : elle causera une douleur profonde à tous ceux qui l'ont connu et qui l'ont aimé.

» Notre pauvre ami a éprouvé de longues et de grandes souffrances; il les a supportées avec courage, et souvent même il les cachait pour ne pas affliger sa courageuse compagne qui partageait toujours ses joies et ses peines, son fils qui soutient si dignement le beau nom qu'il porte et sa belle-fille qui lui prodiguait les soins les plus dévoués. Tous trois, par leur tendresse, lui ont fait oublier souvent ses cruelles douleurs.

» Adieu, mon cher Paul, ta vie, trop courte, a été noblement remplie ta mémoire ne s'effacera jamais de nos cœurs.

» Adieu, mon vieil ami..., adieu ! »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le second trimestre de l'année* 1884. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(107) Camilla.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Avril 1....	11.29.23	12.12.14,09	»	88.49. 9,1	»
19....	10. 9. 5	12. 2.41,29	»	87.10. 6,4	»
23....	9.51.47	12. 1. 6,27	»	86.52.50,3	»
24....	9.47.29	12. 0.44,70	»	86.48.52,5	»
25....	9.43.13	12. 0.24,12	»	86.45. 1,3	»
28....	9.30.29	11.59.28,36	»	86.34.18,3	»
		(131) Vala.			
Avril 19....	10.25.19	12.18.57,98	»	84.54.19,4	»
22....	10.11.34	12.17. 0,87	»	84.52.12,0	»
24....	10. 2.32	12.15.50,23	»	84.51.48,9	»
		(14) Irène.			
Avril 19....	10.47.25	12.41. 8,04	+ 4,39	77.55.14,9	+27,5
22....	10.33.40	12.39. 9,53	»	78. 0.18,5	»
23....	10.29. 7	12.38.32,69	»	78. 2.31,3	»
24....	10.24.36	12.37.57,23	»	78. 5. 2,5	»
25....	10.20. 6	13.37.23,30	»	78. 7.49,2	»
26....	10.15.38	12.36.50,84	»	78.10.53,1	»
		(6) Hébé.			
Avril 19....	10.58.42	12.52.26,15	+ 0,41	75.52.48,0	0
22....	10.44.39	12.50.10,78	+ 0,33	75.41. 8,2	+ 2,0
23....	10.40. 0	12.49.27,30	+ 0,33	75.37.41,0	+ 0,2
24....	10.35.21	12.48.44,70	+ 0,34	75.34.30,0	+ 0,1
25....	10.30.44	12.48. 3,03	+ 0,36	75.31.34,2	+ 0,7
26....	10.26. 7	12.47.22,40	+ 0,46	75.28.53,2	+ 1,7

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(63) LETO.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 19....	11.21.11	13.14.59,23	»	93. 5.28,3	»
21....	11.11.40	13.13.19,58	»	92.59.52,7	»
22....	11. 6.55	13.12.30,39	»	92.57. 8,7	»
23....	11. 2.10	13.11.41,32	»	92.54.31,1	»
24....	10.57.26	13.10.53,17	»	92.52. 2,7	»
25....	10.52.43	13.10. 5,70	»	92.49.33,9	»
26....	10.48. 0	13. 9.18,44	»	92.47.15,7	»
28....	10.38.36	13. 7.46,50	»	92.42.44,0	»
		(55) PANDORE.			
			s		″
Avril 19....	11.50.11	13.44. 3,84	+ 0,25	104.27. 7,9	+ 3,5
21....	11.40.33	13.42.17,56	+ 0,25	104.20.53,7	+ 2,3
22....	11.55.44	13.41.24,56	+ 0,15	104.17.43,0	+ 0,7
23....	11.30.56	13.40.31,90	+ 0,20	»	»
24....	11.26. 8	13.39.39,41	+ 0,13	»	»
26....	11.16.32	13.37.55,77	+ 0,33	104. 4.57,4	+ 3,5
		(154) BERTHA.			
Mai 14....	11.12.46	14.45. 7,12	— 0,52	112.40.10,7	— 2,1
16....	11. 2.58	14.43.10,09	— 0,49	112.43.38,7	0,0
17....	10.58 5	14.42.12,51	— 0,44	112.45.14,4	— 2,7
		(41) DAPHNÉ.			
Mai 26....	11.50. 2	16. 9.47,55	—18,92	83.12 46,8	—42,2
Mai 28....	11.40.49	16. 8.25,69	—18,72	83. 4. 3,1	—40,7
29....	11.36.13	16. 7 45,51	—16,43	83. 0.13,4	—43,3
Juin 11....	10.37.29	16. 0. 7,49	—17,41	82.46.27,5	—34,7
12....	10.33. 5	15.59.39,31	—17,38	82.48. 0,3	—32,9
13....	10.28.42	15.59.12,44	»	82.49.53,8	»
18....	10. 7. 8	15.57.17,71	»	83. 4.18,4	»
		(194) PROCNÉ.			
Juin 19....	12. 5.52	18. 0.17,16	»	81.39.59,6	»
20....	12. 1. 6	17.59.26,86	»	81.42. 4,1	»
26....	11.32.29	17.54.24,56	»	82. 3.19,2	»
27....	11.27.43	17.53.34,84	»	82. 8.12,2	»
30....	11.13.29	17.51. 7,93	»	82.25.11,7	»

» Les comparaisons de Hébé se rapportent à une éphéméride calculée par M. Robert Luther; les autres, aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*. Les observations ont été faites jusqu'au 26 mai inclusivement par M. Henri Renan; du 27 mai au 13 juin, par M. Callandreau, et du 14 au 30 juin, par M. P. Puiseux. »

ASTRONOMIE. — *Essais de photographie d'étoiles, pour la construction des Cartes du ciel, par MM.* Paul *et* Prosper Henry. Note de M. **Mouchez.**

« L'Observatoire de Paris s'occupe depuis longtemps de la construction des Cartes écliptiques, travail important entrepris par Chacornac en 1852, interrompu à sa mort, et repris en 1872 par MM. Paul et Prosper Henry.

» Ces Cartes représentent, comme on le sait, toutes les étoiles jusqu'à la 13e grandeur comprises dans la zone écliptique, et ont surtout pour objet de faciliter la recherche des astéroïdes. Chacune de ces Cartes, dans son cadre de $0^m,32$, représentant un carré de 5° de côté sur la voûte céleste, il en faudra 72 semblables pour figurer toute la zone écliptique; 36 de ces feuilles, renfermant 60 000 étoiles, ont été construites par Chacornac, et 16 feuilles, renfermant 36 000 étoiles, ont été construites par MM. Henry, qui vont bientôt en terminer 4 nouvelles, contenant 15 000 étoiles. Ce travail, très long et fort minutieux, est poursuivi avec persévérance par ces deux astronomes; mais ils se trouvent aujourd'hui arrêtés par la très grande difficulté que présente la partie du ciel où ils sont arrivés, et qui contient la Voie lactée; dans cette partie, certaines feuilles auraient jusqu'à 15 ou 18 000 étoiles chacune. Avec une telle condensation d'astres les procédés ordinaires deviennent à peu près inapplicables; ils occasionneraient une grande perte de temps et probablement aussi beaucoup d'erreurs et d'omissions, malgré toute l'expérience et l'habileté bien connue de ces deux astronomes.

» Ils ont donc pensé à recourir à la Photographie, déjà essayée dans plusieurs observatoires et qui a donné, en Angleterre, de si remarquables résultats pour certains astres aussi pâles que la nébuleuse d'Orion. La première tentative qu'ils viennent de faire, avec un appareil provisoire insuffisant pour le but qu'on poursuit, a si bien réussi, que tout fait espérer que ce problème sera bientôt résolu.

» Les épreuves que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie ont été obtenues avec un objectif de $0^m,16$ de diamètre et de $2^m,10$ de distance focale, achromatisé pour les rayons chimiques. Elles représentent, sur une

surface d'un peu moins d'un décimètre carré, une étendue du ciel de 3° en ascension droite et de 2° en déclinaison, où l'on peut apercevoir sur le cliché 1500 étoiles de la 6e à la 12e grandeur, c'est-à-dire jusqu'à la limite de visibilité que permet un objectif de cette dimension; on sait que, à la vue simple, on ne peut apercevoir les étoiles que jusqu'à la 6e grandeur; il n'y en a qu'une seule dans l'espace figuré sur cette épreuve. Les images de ces étoiles ont un diamètre à peu près proportionnel à leur éclat, sauf pour les étoiles jaunes, qui viennent un peu plus faibles.

» L'appareil photographique provisoire qui a servi à faire ces essais se compose d'une caisse carrée de bois, adaptée à l'une des lunettes équatoriales du jardin, de $0^m,25$ d'ouverture, qui formait un puissant chercheur, permettant de suivre les astres avec une très grande précision. Cet équatorial est d'ailleurs assez bien établi et réglé pour qu'il n'ait été nécessaire que très rarement d'avoir recours aux vis de rappel, pendant quarante-cinq minutes de durée de pose nécessaire pour obtenir les étoiles de 12e grandeur. On a employé les plaques au gélatinobromure si remarquablement sensibles de M. Garcin, de Lyon. Les étoiles sont venues avec une telle netteté, que je ne crois pas qu'on ait obtenu nulle part encore d'aussi satisfaisants résultats.

On peut même prévoir déjà que l'étude des étoiles doubles pourra être grandement facilitée par la photographie, au moins dans certaines limites; les mesures opérées par MM. Henry sur différents groupes d'étoiles doubles, allant jusqu'à $1'',8$ de rapprochement, ont montré que leurs distances, prises sur diverses épreuves, ne s'écartaient pas entre elles de plus de 1 dixième de seconde d'arc.

» Ces premiers résultats, très encourageants, ont donc engagé ces astronomes à proposer la construction d'un puissant appareil spécial pour la photographie de la voûte céleste.

» Ils ont immédiatement commencé la taille d'un grand objectif de $0^m,34$ de diamètre, qui sera monté par M. Gautier, l'habile constructeur de l'observatoire de Paris.

» L'appareil se composera de deux lunettes juxtaposées portant, l'une l'objectif ordinaire de $0^m,25$ servant de pointeur, l'autre l'objectif de $0^m,34$ achromatisé pour les rayons chimiques et dont les courbes seront calculées pour couvrir nettement et sans déformation la plus grande surface possible. Une série de mouvements de rappel permettra de très petites rectifications.

» On pourra à l'aide de cet instrument obtenir en une heure une Carte

du ciel de la même dimension qu'une feuille de la Carte écliptique, qui exigerait par les procédés ordinaires plusieurs mois d'un travail assidu. Nous sommes déjà certains d'obtenir avec la plus grande netteté l'image des étoiles jusqu'à la 12e grandeur au moins, et probablement jusqu'à la 13e et la 14e, avec l'objectif de $0^m,34$; il ne reste plus à vaincre que la difficulté provenant de la déformation que pourrait introduire un défaut de forme de l'objectif sur une aussi grande étendue angulaire et superficielle que celle que l'on se propose d'obtenir. Mais on sait que MM. Paul et Prosper Henry sont non seulement d'excellents observateurs, mais aussi nos plus habiles constructeurs d'objectifs de France; on peut donc avoir d'autant plus de confiance dans le résultat de leurs travaux, que l'histoire de la Science nous montre que ce sont toujours les astronomes qui ont créé eux-mêmes leurs appareils, auxquels on doit les progrès les plus remarquables dans la construction des instruments d'Astronomie et les découvertes les plus importantes dans l'étude du ciel. »

MÉTHODES GRAPHIQUES. — *Note sur un nouveau mode de représentation de la marche des trains sur une voie de communication;* par M. LÉON LALANNE.

« On connaît le procédé aussi simple qu'ingénieux dont on se sert dans l'exploitation des chemins de fer pour régler la marche des trains dans les deux sens, avec une vitesse déterminée qui peut varier en divers points du trajet. Sur une feuille de papier ou de carton on a tracé un réseau de droites rectangulaires entre elles. Une suite de verticales équidistantes représente les divisions du temps (heure et fractions d'heure); une succession d'horizontales inégalement espacées correspond aux distances qui séparent les différentes localités que dessert la voie. Sur la feuille de dessin ainsi quadrillée, la marche du train est indiquée par une ligne oblique, généralement brisée, dont les différents tronçons sont séparés par des échelons horizontaux. L'inclinaison de chacun des tronçons sur l'horizontale, ou le rapport du trajet parcouru au temps employé à le parcourir, est la vitesse, qui peut s'exprimer en kilomètres par heure ou en mètres par seconde. Les échelons horizontaux correspondent aux arrêts des stations. Si le point de départ est placé en haut du bord à gauche du cadre, les heures étant comptées de gauche à droite, des lignes obliques, descendant de haut en bas et de gauche à droite, représentent la marche des trains qui vont en s'éloignant; la marche des trains qui se rapprochent est, au contraire, indiquée par des obliques partant du bas et montant à droite vers le haut.

» L'heure et le lieu précis de la rencontre de deux trains sont déterminés à vue par la rencontre des obliques qui représentent la marche de ces trains.

» Cette notation si expressive et qui est adoptée aujourd'hui dans tous les services de chemins de fer paraît avoir été imaginée en France dès l'origine de l'établissement du réseau. La première application qui en ait été faite, à notre connaissance, se trouve dans un Mémoire ou considérations techniques sur le terrible accident survenu le 8 mai 1842 sur le chemin de fer de Versailles, rive gauche, Mémoire publié en avril 1843 à la librairie scientifique L. Mathias, 15, quai Malaquais, par un habile ingénieur, feu Petiet, devenu plus tard chef de l'exploitation du chemin de fer du Nord. L'épure de M. Petiet portait pour titre : *Tracé géométrique de la marche et de la composition des trains*. Elle donnait, en effet, non seulement l'indication des heures de départ et d'arrivée des trains en chaque point, mais encore l'importance de ces trains, en remplaçant la ligne unique qui en est la trace par une bande étroite d'une largeur proportionnée au nombre des voitures.

» M. Busche appliquait, dès le 1er mai 1843, ce procédé graphique à l'exploitation des tronçons de chemins de fer de Lille et de Valenciennes à la frontière, dont il était alors chargé comme ingénieur en chef. Le faisait-il de sa propre initiative, ou bien en imitation de ce que M. Petiet avait assurément publié le premier (1)? L'application, quoi qu'il en soit, était restée confinée dans les limites d'un petit service spécial, lorsque M. Ibry, sous-chef de l'exploitation du chemin de fer de Paris à Rouen, après en avoir fait usage pendant plusieurs années, présenta, vers la fin de 1846, des tableaux de ce genre et un instrument spécial pour les tracer, à l'administration des Travaux publics et à la Société d'encouragement, etc. ; il obtint des rapports très favorables. L'Académie, à laquelle pareille communication avait été faite, se contenta de la renvoyer à l'examen de la Commission des chemins de fer. Mais l'incontestable utilité de cette invention et les services signalés qu'elle rend tous les jours justifient amplement la bienveillante appréciation qu'en a faite un de nos Confrères, dont l'autorité en pareille matière est notoire, M. Marey, qui l'a honorablement classée dans son important ouvrage publié en 1878 et intitulé : *La Méthode graphique dans les Sciences expérimentales* (p. 19 et suiv.). Il n'existe

(1) Nous devons ces renseignements intéressants à l'obligeance de M. Castel, secrétaire général de la Compagnie du chemin de fer du Nord, ancien collaborateur de Petiet.

pas un seul tableau imprimé dans les *Indicateurs des Chemins de fer* qui ne soit la traduction en chiffres d'un ensemble de *constructions graphiques* préalablement combinées pour assurer, par un nombre de trains fixé *a priori*, l'exploitation la plus économique et la plus sûre comme la plus avantageuse pour le service des voyageurs et des marchandises.

» Il semble que cette méthode si logique et si simple ne devrait jamais se trouver en défaut. Cependant, à mesure que les départs se rapprochent, on éprouve une difficulté croissante à construire un graphique sur lequel on puisse suivre sur toute son étendue la marche des divers trains, leurs haltes, leurs rencontres, leurs variations de vitesse en différents points du parcours. Déjà le graphique du chemin de fer de ceinture de Paris, où la marche des trains n'est jamais interrompue, même la nuit, et où l'intervalle entre les départs de deux trains consécutifs dans le même sens se réduit parfois à quatre minutes, habituellement à cinq, donne un exemple frappant de cette difficulté. Que sera-ce lorsque, la Ceinture devenant partie intégrante du chemin de fer Métropolitain, qu'il faudra bien, tôt ou tard, se résoudre à construire aérien ou souterrain, les départs dans le même sens auront lieu, parfois, à deux ou à deux minutes et demi d'intervalle? A l'échelle de $0^m,03$ par heure ou de $0^m,001$ pour deux minutes, adoptée au chemin de Ceinture, le graphique autographié n'occupe pas moins de $1^m,08$ de longueur, avec les indications et les légendes nécessaires à l'exploitation. On peut, il est vrai, doubler, tripler même l'échelle des temps; mais alors l'épure cesse d'être facilement maniable.

» C'est en présence d'une difficulté de ce genre que s'était trouvée l'administration des Omnibus de Paris lorsqu'elle avait précédemment cherché à appliquer le régulateur Ibry à la marche de ses voitures sur les lignes dont elle est concessionnaire. Le rapprochement des départs, sur la plupart de ces lignes, est tel que la langue technique en porte la trace; ce que, dans l'exploitation des chemins de fer on appelle l'*horaire* devient la *minute* pour la marche des omnibus. Privée de ce moyen d'investigation pour bien distribuer le service suivant les différentes heures de la journée, pour réserver, sans que le public en souffre, des intervalles suffisants au repos des attelages et aux repas des conducteurs et des cochers, la Compagnie des Omnibus n'en a pas moins composé d'excellentes minutes, mais au prix de laborieuses recherches, de tâtonnements fastidieux dont ceux-là seulement qui les ont pratiqués connaissent la longueur et l'ennui.

» Une nouvelle notation très simple et très expressive permettra dorénavant d'éviter une partie notable de ces inconvénients et facilitera beau-

coup l'étude des modifications de la *minute*, lorsqu'on passe du service d'hiver au service d'été. Voici en quoi elle consiste.

» La feuille de papier sur laquelle on opère porte les divisions du temps tracées verticalement comme au tableau du système Ibry. Chacun des trajets parcourus par un train est indiqué par un trait horizontal compris entre les deux verticales qui correspondent l'une à l'heure du départ, l'autre à l'heure de l'arrivée. On distingue par des couleurs ou par des traits d'aspect différent le sens des trajets. L'aller et le retour d'un même train, d'un même véhicule sont tracés sur une même horizontale. La marche des différents trains, des différentes voitures occupe des horizontales séparées par des intervalles arbitraires, mais que généralement on maintiendra équidistantes, les intervalles verticaux ne représentant plus, comme dans les graphiques Ibry, des espaces parcourus. Ces espaces sont donnés par les longueurs mêmes des traits horizontaux, c'est-à-dire par les temps employés à les parcourir, à une vitesse connue d'avance.

» Comme spécimen des expressions différentes d'une même *minute*, je prendrai le service d'hiver de la ligne d'omnibus de la Bastille à la Madeleine [1]. L'intervalle à franchir est de 4500^{m}, et la durée du trajet est de trente-cinq minutes dans les deux sens. Le nombre des voitures employées est de quarante-cinq, effectuant chacune au plus dix *tours* par jour, c'est-à-dire dix voyages dans un sens et dix dans un autre. Si toutes faisaient le même service, le nombre des trajets serait de 900 et le parcours total de 4050^{km}, soit quatre fois environ la distance de Paris à Marseille. Mais ce que l'on appelle le *tiercement* réduit notablement ce parcours. Le service commençant à 7^{h} du matin et ne finissant qu'à $1^{h}5^{m}$ après minuit, un tiers des voitures, celles qui portent les n°s 2, 5, 8, ..., 41, 44, ne fait pas le premier tour, et la première (le n° 2) ne se met en marche qu'à $8^{h}32^{m}$; un autre tiers, portant les n°s 1, 4, 7, 10, ..., 40, 43, ne fait pas les deux derniers tours, et le service cesse pour la première de celles-ci (le n° 1) à $7^{h}56^{m}$ du soir, pour la dernière (le n° 43) à $9^{h}51^{m}$. Il n'y a qu'un tiers des voitures, portant les n°s 3, 6, 9, ..., 39, 42, 45, qui exécute les dix tours complets. Le parcours effectif journalier n'est donc que de 3645^{km} sur la ligne de la Bastille à la Madeleine. Je n'ai pas besoin d'insister sur les motifs d'égale répartition du travail hebdomadaire, et, par conséquent, d'alternance d'un jour à l'autre entre les plus petites, les moyennes et les

---

(1) Ce service sera ultérieurement modifié, notamment en ce qui concerne les heures des repas; mais le principe et l'usage de la notation sont indépendants de ces modifications.

complètes durées de présence des hommes et des attelages qui ont conduit à cette ingénieuse combinaison du tiercement. La durée des haltes est, au minimum, de cinq minutes à la Madeleine, de quatorze minutes à la Bastille. En ce dernier point, il y a deux maxima : le premier, de 11^h38^m à 12^h32^m du matin; le second, de 7^h20 à 8^h7^m du soir.

» Aux approches de l'un, les quarante-cinq cochers prennent un premier repas dont la moindre durée est de trente-huit minutes; en deçà et en delà de l'autre maximum se place le second repas, avec un minimum de durée de trente-cinq minutes en commençant. Le personnel de quarante-deux équipages seulement y prend part, les trois derniers ayant terminé leur journée.

» L'intervalle le plus long entre deux départs consécutifs à chacun des points extrêmes est de trois minutes; il se réduit à deux minutes pendant la plus grande partie de la journée.

» Tels sont les faits qu'il s'agissait d'exprimer d'une manière claire et par une notation qui soit à la portée de tous.

» J'ai l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie les trois expressions différentes de ce service, réglé avec une précision mathématique et dont je viens d'esquisser les caractères principaux.

» La première, la seule qui fût usitée jusqu'à présent à l'administration des Omnibus, est un tableau numérique de $0^m,62$ de longueur sur $0^m,48$ de hauteur, auquel on ne peut refuser une extrême clarté en ce qui concerne la détermination exacte des heures d'arrivée, de repos et de départ à chacune des extrémités; mais qui ne permet aucune vue d'ensemble, et qui doit être considéré comme le résultat d'études et de tâtonnements laborieux, sans que rien puisse guider dans le procédé à suivre pour arriver aux modifications de service que les circonstances peuvent exiger.

La seconde est un essai de l'application du procédé d'Ibry. Ce graphique, de $1^m,10$ de longueur sur $0^m,30$ de hauteur, est absolument inintelligible, ou du moins impraticable, par la nature même des choses, à cause de l'entrecroisement de huit cent dix lignes obliques, fortement inclinées sur l'horizontale, et dont les espacements varient très peu. Bien loin que le procédé Ibry puisse guider dans la confection de la *minute*, pour des intervalles aussi rapprochés entre les départs, on ne peut guère en imaginer une construction rationnelle, si ce n'est d'après un tableau numérique établi suivant le système précédent.

» Enfin la troisième expression du service dont il s'agit est la réalisation du nouveau système que j'ai été récemment conduit à imaginer pour les

besoins de la cause et dont je viens d'exposer le principe. Ce graphique occupe une bande de $1^m,085$ de longueur, correspondant à une échelle de 1^{mm} par minute pour les dix-huit heures cinq minutes de durée du service entre 7^h du matin et 1^h5^m après minuit. La hauteur de $0^m,31$ est plus que suffisante pour que les quarante-cinq horizontales correspondant aux quarante-cinq voitures soient séparées par un intervalle constant de $0^m,05$. Chaque trajet est représenté par un trait fort de 35^{mm} de longueur, bleu pour l'aller de la Bastille à la Madeleine, rouge pour le retour. Les intervalles blancs ménagés sur chacune des quarante-cinq horizontales indiquent les haltes et leur durée en même temps qu'ils distinguent les uns des autres les différents *tours*. Les bandes blanches, d'inégale largeur, qui vont en croissant pour décroître ensuite et qui coupent obliquement la figure de haut en bas en inclinant vers la droite, correspondent aux repas et à leurs approches. Le tiercement ressort de la suppression de traits horizontaux dans une certaine partie de trente horizontales sur quarante-cinq; savoir quinze à gauche de la figure dans les deux premiers tours, quinze à droite dans les quatre derniers. C'est la peinture saisissante, par les yeux les moins clairvoyants, du service dont nous avons donné la description sommaire.

» Je ne m'étendrai pas longuement sur les propriétés de cette figure, qui sont toutes intuitives. Il suffit, pour savoir quelles sont, à une heure quelconque, les voitures en marche dans les deux sens, et à quel point de leur trajet elles se trouvent, de voir où la verticale correspondant à cette heure coupe les horizontales bleues et rouges qu'elle rencontre. L'heure et les points de leurs trajets où se croisent les voitures, marchant en sens contraire, s'estiment à vue, lorsqu'une même verticale laisse d'un côté, sur une ligne rouge, une fraction égale à celle qu'elle laisse de l'autre côté sur une ligne bleue. En d'autres termes, le moment précis où se croisent deux des voitures marchant ainsi en sens contraires correspond à la verticale passant par le point d'intersection des diagonales du rhombe dont le trait rouge et le trait bleu sont les côtés.

» Tout ce qui précède suppose des vitesses égales dans tous les parcours. L'hypothèse de vitesses différentes ne donnerait pas lieu à plus de difficultés, les verticales horaires d'une part, les longueurs respectives correspondant à différentes vitesses, d'autre part, ramenant toutes les questions au *problème* vulgaire *des courriers;* et le graphique lui-même en fournissant la solution au moins approximative et sans aucun calcul pour tous les cas possibles.

» L'utilité de la nouvelle notation, pour faciliter l'étude des détails d'un

grand service, dont profitent chaque année environ 200 millions de voyageurs, m'excusera, je l'espère, auprès de l'Académie, de l'avoir entretenue d'un sujet aussi élémentaire.

» S'il fallait assigner un rang à cette notation, dans le classement si complet qu'a donné notre Confrère M. Marey, des différents procédés passés en revue, dans son Livre cité plus haut, *La Méthode graphique dans les Sciences expérimentales*, je proposerais de la placer à la suite du paragraphe qu'il a intitulé : *Chronologies comparatives*. En effet, tous les mouvements qui s'opèrent sur une ligne en exploitation relèvent, avant tout, du temps pendant lequel ils sont accomplis; mais les espaces parcourus sont aussi une donnée qui détermine les vitesses, alors même qu'elles ne ressortent pas explicitement, et l'on n'est plus dans le domaine de la chronologie simple. »

RAPPORTS.

MÉDECINE. — *Rapport sur diverses Communications relatives au choléra.*

(Commissaires : MM. Vulpian, Marey, Richet, Paul Bert, Pasteur, Bouley; Gosselin, rapporteur.)

« La Commission a reçu le lundi 4 août trente Communications nouvelles sur le choléra, ce qui porte à plus de cent le nombre des prétendues découvertes envoyées depuis quelques semaines à l'Académie sur le traitement de cette maladie. Cette fois encore le plus grand nombre des Communications se font remarquer par leur insignifiance et leur inutilité. Combien il est regrettable que les auteurs ne sachent pas ou aient oublié les conditions auxquelles sera donné le prix Bréant, objet des convoitises de la plupart d'entre eux! Peut-être cela tient-il à ce que nos Commissions n'ont pas assez nettement formulé et assez souvent répété que, pour obtenir ce prix, il faut que le moyen ou les moyens proposés aient été employés sur un grand nombre de cholériques et aient réussi souvent, au moins quatre-vingt fois sur cent, qu'ils aient réussi non seulement entre les mains des inventeurs, mais aussi entre les mains de tous ceux qui les auront mis en usage, qu'enfin les succès aient été constatés dans un certain nombre de localités. Il faut, en un mot, que la notoriété publique ait reconnu à l'invention une valeur comparable à celle du traitement de la fièvre intermittente par le sulfate de quinine, des maladies douloureuses par l'opium, de la syphilis par le mercure.

» Que les gens du monde, et beaucoup sont atteints de la manie que nous signalait M. Charcot dans la dernière séance, de chercher des moyens de guérison pour les maladies graves, que les gens du monde, dis-je, ne connaissent pas bien toutes ces conditions qui attestent la valeur des moyens thérapeutiques, nous le comprenons; mais que les vrais médecins les ignorent ou les oublient, cela nous paraît étrange. Nous avons, par exemple, dans ce dossier de la semaine dernière, trois travaux inspirés à des docteurs en Médecine par des idées pathologiques acceptables. Deux sont relatives au traitement du choléra par le soufre, ce qui n'est pas absolument nouveau. Mais ce n'est qu'une proposition théorique et hypothétique; ni les auteurs, ni personne autre n'ont eu l'occasion de donner aux cholériques le soufre *intus* et *extra*, de la façon dont ils le conseillent. Alors à quoi bon une publicité donnée à cette simple vue de leur esprit?

» La même objection, malheureusement, s'adresse à celui des travaux de cette semaine qui nous paraît mériter le plus d'être pris en considération. M. le Dr Peyrusson, de Limoges, partant de cette idée si généralement admise, que le choléra est dû à des micro-organismes venus du dehors, a pensé, comme bien d'autres aujourd'hui, que l'indication était d'empêcher ou d'arrêter l'action nocive de ces micro-organismes, en les détruisant dans l'économie au moyen des antiseptiques. Il a songé d'abord à l'acide borique, dont il voudrait qu'on donnât 30^{gr} chaque jour par la bouche. Il a songé surtout au biiodure de mercure qui, d'après le Tableau de M. Miquel [1], est la substance la plus antiseptique, puisque 0,025 suffisent pour empêcher la putréfaction de 1^{lit} de bouillon. On pourrait donner ce médicament par la bouche; mais M. Peyrusson pense avec raison qu'on aurait plus de chances de le faire passer dans le torrent circulatoire en l'injectant sous la peau. Il propose donc trois injections hypodermiques par jour de $0^{gr},01$ de biiodure mêlé à $0^{gr},25$ d'iodure de potassium pour 1^{gr} d'eau distillée. Ici encore, ce n'est qu'une vue de l'esprit qui nous est soumise; la Commission ne doit s'occuper que des résultats acquis. »

---

(1) *Annuaire de l'Observatoire de Montsouris*, 1884, p. 559.

MÉDECINE. — *Rapport sur diverses Communications relatives au choléra.*

(Commissaires : MM. Vulpian, Richet, Paul Bert, Pasteur, Bouley, Gosselin; Marey, rapporteur.)

« Le dépouillement des envois faits cette semaine (du 4 au 11 août) à la Commission du prix Bréant n'a pas donné de résultats beaucoup plus satisfaisants que celui des semaines précédentes. Les judicieuses réflexions de notre Confrère M. Gosselin restreindront, il faut l'espérer, le nombre des concurrents qui s'imaginent remplir les conditions exigées en préconisant un remède secret ou une formule banale de potions ou de pilules. Quelques personnes étrangères à la Médecine croient éclairer l'Académie en lui adressant une réclame pharmaceutique découpée dans un journal. Enfin, il semble que les merveilleux effets de l'électricité aient exalté bien des imaginations, à en juger par le nombre de lettres qui signalent l'emploi des chaînes et des plaques électriques à titre de remèdes souverains. Un enthousiaste affirme même qu'il suffirait d'établir dans chaque ville des piles électriques pour y détruire tout germe infectieux et supprimer toute épidémie.

» Au milieu de ces élucubrations ridicules ou affligeantes, on trouve une brochure qui mérite d'être prise en haute considération. L'auteur n'aspire à aucune récompense, il tient seulement à faire connaître le résultat de ses observations et de ses réflexions sur le mode de propagation du choléra. Ce Mémoire, écrit en 1832, lors de la première épidémie cholérique en Europe, aurait été, à cette époque, présenté à l'Académie des Sciences et, malgré un avis favorable de M. Chevreul, n'aurait pas suffisamment attiré l'attention du corps médical. Aujourd'hui c'est le petit-fils de l'auteur, c'est M. le Dr Charles de Caudemberg qui réédite le Mémoire de son grand-père après plus d'un demi-siècle, en faisant précéder cette publication d'une préface humoristique dans laquelle les travaux contemporains sont traités avec quelque irrévérence.

» Votre Commission a été vivement frappée des idées émises sur le mode de propagation du choléra, par M. Girard de Caudemberg [1], en 1832. L'autre n'était pas un médecin, mais un ingénieur habile dont

[1] *Choléra, moyen d'en arrêter la propagation et d'en prévenir les cités et les individus sans apporter aucune entrave aux relations internationales* (Paris, O. Doin, 1884).

le nom est resté célèbre. Son argumentation révèle un esprit rigoureux et une grande puissance d'induction. La conclusion de l'auteur est que la cause de la propagation du choléra est dans les déjections des malades, non seulement de ceux qui sont gravement atteints par l'épidémie, mais encore et surtout de ceux chez lesquels la maladie reste à l'état d'indisposition légère, et qui, circulant librement, transportent et disséminent la matière contagionnante.

» L'auteur de cette Brochure a fait preuve d'une grande sagacité lorsque, dès l'année 1832, il attribuait la contagiosité aux matières fécales des cholériques. Il a, de plus, devancé son époque en supposant que, dans ces matières, pouvait se développer quelque organisme vivant, cause immédiate de la contagion. C'est à ces points de vue surtout que votre Commission signale la Brochure de Girard de Caudemberg. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur un aérostat dirigeable.* Note de MM. **Ch. Renard** et **A. Krebs**, présentée par M. Hervé Mangon.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Un essai de navigation aérienne, couronné d'un plein succès, vient d'être accompli dans les ateliers militaires de Chalais; la présente Note a pour objet de porter à la connaissance de l'Académie les résultats obtenus.

» Le 9 août, à 4^h du soir, un aérostat de forme allongée, muni d'une hélice et d'un gouvernail, s'est élevé en ascension libre, monté par MM. le capitaine du génie Renard, directeur de l'établissement, et le capitaine d'infanterie Krebs, son collaborateur depuis six ans.

» Après un parcours total de $7^{km},6$, effectué en vingt-trois minutes, le ballon est venu atterrir à son point de départ, après avoir exécuté une série de manœuvres avec une précision comparable à celle d'un navire à hélice évoluant sur l'eau.

» La solution de ce problème, tentée déjà en 1855, en employant la vapeur, par M. Henri Giffard, en 1872 par M. Dupuy de Lôme, qui utilisa la force musculaire des hommes, et enfin l'année dernière par M. Tissandier, qui le premier a appliqué l'électricité à la propulsion des ballons,

n'avait été, jusqu'à ce jour, que très imparfaite, puisque, dans aucun cas, l'aérostat n'était revenu à son point de départ.

» Nous avons été guidés dans nos travaux par les études de M. Dupuy de Lôme, relatives à la construction de son aérostat de 1870-72, et, de plus, nous nous sommes attachés à remplir les conditions suivantes :

» Stabilité de route obtenue par la forme du ballon et la disposition du gouvernail;

» Diminution des résistances à la marche par le choix des dimensions;

» Rapprochement des centres de traction et de résistance pour diminuer le moment perturbateur de stabilité verticale;

» Enfin, obtention d'une vitesse capable de résister aux vents régnant les trois quarts du temps dans notre pays.

» L'exécution de ce programme et les études qu'il comporte ont été faites par nous en collaboration; toutefois, il importe de faire ressortir la part prise plus spécialement par chacun de nous dans certaines parties de ce travail.

» L'étude de la disposition particulière de la chemise de suspension, la détermination du volume du ballonnet, les dispositions ayant pour but d'assurer la stabilité longitudinale du ballon, le calcul des dimensions à donner aux pièces de la nacelle, et enfin l'invention et la construction d'une pile nouvelle, d'une puissance et d'une légèreté exceptionnelles, ce qui constitue une des parties essentielles du système, sont l'œuvre personnelle de M. le capitaine Renard.

» Les divers détails de construction du ballon, son mode de réunion avec la chemise, le système de construction de l'hélice et du gouvernail, l'étude du moteur électrique calculé d'après une méthode nouvelle basée sur des expériences préliminaires, permettant de déterminer tous ses éléments pour une force donnée, sont l'œuvre de M. Krebs, qui, grâce à des dispositions spéciales, est parvenu à établir cet appareil dans des conditions de légèreté inusitées.

» Les dimensions principales du ballon sont les suivantes : longueur, $50^{m},42$; diamètre, $8^{m},40$; volume, 1864^{m}.

» L'évaluation du travail nécessaire pour imprimer à l'aérostat une vitesse donnée a été faite de deux manières :

» 1° En partant des données posées par M. Dupuy de Lôme et sensiblement vérifiées dans son expérience de février 1872 ;

» 2° En appliquant la formule admise dans la marine pour passer d'un

navire connu à un autre de formes très peu différentes et en admettant que, dans le cas du ballon, les travaux sont dans le rapport des densités des deux fluides.

» Les quantités indiquées en suivant ces deux méthodes concordent à peu près et ont conduit à admettre, pour obtenir une vitesse par seconde de 8^m à 9^m, un travail de traction utile de 5 chevaux de 75^{kgm}, ou, en tenant compte des rendements de l'hélice et de la machine, un travail électrique sensiblement double, mesuré aux bornes de la machine.

» La machine motrice a été construite de manière à pouvoir développer sur l'arbre 8,5 chevaux, représentant, pour le courant aux bornes d'entrée, 12 chevaux.

» Elle transmet son mouvement à l'arbre de l'hélice par l'intermédiaire d'un pignon engrenant avec une grande roue.

» La pile est divisée en quatre sections pouvant être groupées en surface ou en tension de trois manières différentes. Son poids, par cheval-heure, mesuré aux bornes, est de $19^{kg},350$.

» Quelques expériences ont été faites pour mesurer la traction au point fixe, qui a atteint le chiffre de 60^{kg} pour un travail électrique développé de 840^{kgm} et de 46 tours d'hélice par minute.

» Deux sorties préliminaires dans lesquelles le ballon était équilibré et maintenu à une cinquantaine de mètres au-dessus du sol ont permis de connaître la puissance de gyration de l'appareil.

» Enfin, le 9 août, les poids enlevés étaient les suivants (force ascensionnelle totale environ 2000^{kg}) :

	kg		kg
Ballon et ballonnet........	369	*Report*..............	1133
Chemise et filet..........	127	Bâtis et engrenages.......	47
Nacelle complète	452	Arbre moteur...........	30,500
Gouvernail	46	Pile, appareils et divers..	435,500
Hélice.................	41	Aéronautes.............	140
Machine...............	98	Lest..................	214
A reporter..........	1133	Total.............	2000

» A 4^h du soir, par un temps presque calme, l'aérostat, laissé libre et possédant une très faible force ascensionnelle, s'élevait lentement jusqu'à hauteur des plateaux environnants. La machine fut mise en mouvement, et bientôt, sous son impulsion, l'aérostat accélérait sa marche, obéissant fidèlement à la moindre indication de son gouvernail.

» La route fut d'abord tenue nord-sud, se dirigeant sur le plateau de

Châtillon et de Verrières; à hauteur de la route de Choisy à Versailles, et pour ne pas s'engager au-dessus des arbres, la direction fut changée et l'avant du ballon dirigé sur Versailles.

» Au-dessus de Villacoublay, nous trouvant éloignés de Chalais d'environ 4^{km} et entièrement satisfaits de la manière dont le ballon se comportait en route, nous décidions de revenir sur nos pas et de tenter de descendre sur Chalais même, malgré le peu d'espace découvert laissé par les arbres. Le ballon exécuta son demi-tour sur la droite avec un angle très faible (environ 11°) donné au gouvernail. Le diamètre du cercle décrit fut d'environ 300^m.

» Le dôme des Invalides, pris comme point de direction, laissait alors Chalais un peu à gauche de la route.

» Arrivé à hauteur de ce point, le ballon exécuta, avec autant de facilité que précédemment, un changement de direction sur sa gauche; et bientôt il venait planer à 300^m au-dessus de son point de départ. La tendance à descendre que possédait le ballon à ce moment fut accusée davantage par une manœuvre de la soupape. Pendant ce temps il fallut, à plusieurs reprises, faire machine en arrière et en avant, afin de ramener le ballon au-dessus du point choisi pour l'atterrissage. A 80^m au-dessus du sol, une corde larguée du ballon fut saisie par des hommes, et l'aérostat fut ramené dans la prairie même d'où il était parti.

Chemin parcouru avec la machine, mesuré sur le sol.	$7^{km},600$	Rendement probable de la machine.	0,70
Durée de cette période.....	23^m	Rendement prob. de l'hélice.	0,70
Vitesse moy. à la seconde [1].	$5^m,50$	Rendement total, environ...	$\frac{1}{2}$
Nombre d'éléments employés.	32	Travail de traction........	125^{kgm}
Force électrique dépensée aux bornes à la machine.....	250^{kgm}	Résistance approchée du ballon................	$22^{kil},800$

» A plusieurs reprises, pendant la marche, le ballon eut à subir des oscillations de 2° à 3° d'amplitude, analogues au tangage; ces oscillations peuvent être attribuées soit à des irrégularités de forme, soit à des courants d'air locaux dans le sens vertical.

» Ce premier essai sera suivi prochainement d'autres expériences faites avec la machine au complet, permettant d'espérer des résultats encore plus concluants. »

---

(1) Le vent étant presque nul, la vitesse absolue se confond sensiblement avec la vitesse propre par rapport à l'air, d'autant plus que l'aérostat a décrit une trajectoire fermée.

M. D.-E. Mayer soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : « Théorie mécanique de la chaleur. Note sur les phénomènes élastiques et thermiques de la vaporisation ».

(Commissaires : MM. Resal, Cornu.)

M. L.-F. Darreau adresse une nouvelle Note relative à l'emploi de l'acide sulfurique, pour l'utilisation des substances animales en agriculture.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. E. de Verneuil adresse une Note « Sur quelques cas d'immunité phylloxérique et leurs conséquences ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. V. Burq adresse une nouvelle Note concernant les propriétés antiseptiques du cuivre.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. J. Burck adresse, de Vannes, un Mémoire sur la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie que M[me] la marquise de Colbert vient de lui transmettre un certain nombre de Notes ou Mémoires, trouvés dans les papiers de Laplace et adressés par divers auteurs pour être soumis au jugement de l'Académie.

Ces divers documents seront l'objet d'un examen spécial et seront ensuite réintégrés dans les Archives.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, deux brochures de M. *A. Collet,* portant pour titres : « Guide pratique pour la compensation des compas, avec relèvements », et « Guide pratique pour la compensation des compas, sans relèvements ». (Ces deux Brochures sont présentées par M. Faye.)

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Barnard, faite à l'observatoire de Nice;* par M. **Perrotin**.

Date 1884.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
Août 15.	$8^h48^m54^s$	$17^h13^m6^s,79$	$+\bar{1},186$	126°28′28″,4	−0,936	3

Position moyenne de l'étoile de comparaison pour 1884,0.

Etoile.	Autorité.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
7299 Lacaille....	Stone	$17^h21^m5^s,13$	$+3^s,89$	126°40′47″,3	−1″,2

» *Nota.* — La comète a l'aspect d'une nébulosité assez mal définie, de 1′30″ de diamètre environ, présentant des granulations brillantes vers le centre. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches solaires et des éruptions volcaniques en* 1883. Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 15 août 1884.

» Pour compléter le résumé des observations solaires faites pendant l'année 1883, j'ai l'honneur de transmettre à l'Académie les chiffres relatifs à la fréquence des groupes de taches et des éruptions métalliques dans chaque zone de 10° :

1883. Latitude héliographique.	Fréquence des groupes de taches. 1er trimestre.	2e trimestre.	3e trimestre.	4e trimestre.	Année.
90° + 80°	0	0	0	0	0
80 + 70	0	0	0	0	0
70 + 60	0	0	0	0	0
60 + 50	0	0	0	0	0
50 + 40	0	0	0	0	0
40 + 30	0	1	0	0	1
30 + 20	2	4	0	1	7
20 + 10	15	23	5	14	57
10 0	9	16	20	18	63
0 − 10	21	9	6	22	58
10 − 20	13	23	34	37	107
20 − 30	2	5	8	5	20
30 − 40	0	0	0	0	0

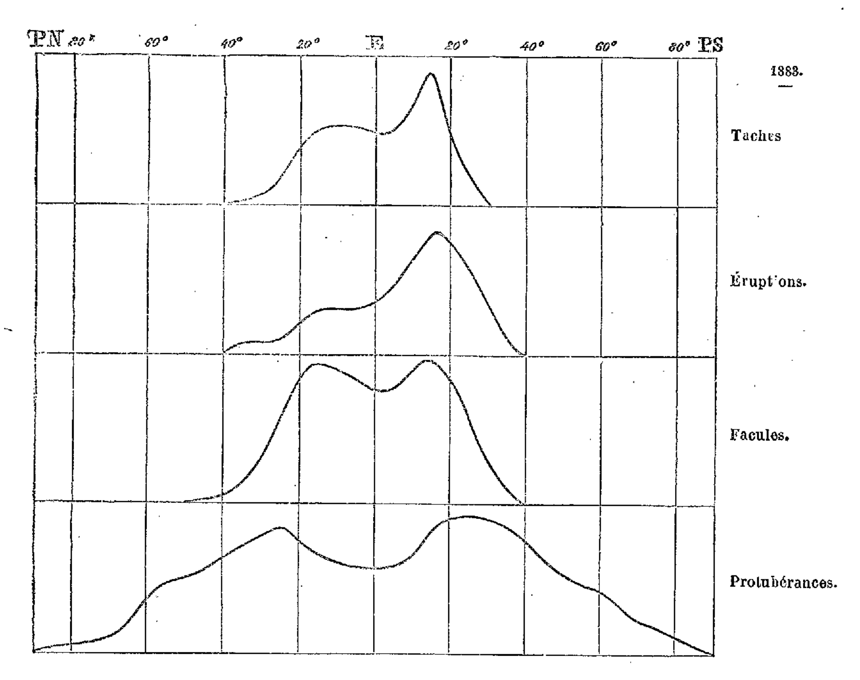
1883. Latitude héliographique.	Fréquence des groupes de taches.				
	1er trimestre.	2e trimestre.	3e trimestre.	4e trimestre.	Année.
40° — 50°	0	0	0	0	0
50 — 60	0	0	0	0	0
60 — 70	0	0	0	0	0
70 — 80	0	0	0	0	0
80 — 90	0	0	0	0	0

» Pendant les trois premiers trimestres, les groupes des taches présentent un maximum bien défini dans chaque hémisphère, entre $\pm 20°$, tandis que, dans le dernier, le nombre des groupes augmente à partir de $+20°$ jusqu'à $-20°$, et au sud de l'équateur solaire le nombre a été presque double du nombre constaté au nord, comme dans le troisième trimestre.

1883. Latitude héliographique.	Fréquence des éruptions.				
	1er trimestre.	2e trimestre.	3e trimestre.	4e trimestre.	Année.
90° + 80°	0	0	0	0	0
80 + 70	0	0	0	0	0
70 + 60	0	0	0	0	0
60 + 50	0	0	0	0	0
50 + 40	0	0	0	0	0
40 + 30	0	1	0	0	1
30 + 20	0	1	0	0	1
20 + 10	1	0	1	2	4
10 0	1	1	0	2	4
0 — 10	2	2	1	2	7
10 — 20	4	1	1	6	12
20 — 30	1	3	2	2	8
30 — 40	0	1	0	0	1
40 — 50	0	0	0	0	0
50 — 60	0	0	0	0	0
60 — 70	0	0	0	0	0
70 — 80	0	0	0	0	0
80 — 90	0	0	0	0	0

» Les éruptions métalliques ont donc été toujours plus fréquentes dans l'hémisphère austral du Soleil. En comparant la distribution des différents phénomènes, on voit que, tandis que pendant les trois premiers trimestres chaque série a son maximum au nord et au sud de l'équateur, dans le dernier trimestre cette espèce de symétrie disparaît, exception faite des protubérances, qui cependant sont plus fréquentes à l'équateur qu'auparavant.

Les courbes relatives à toutes les observations de l'année montrent clairement comment la distribution des taches s'accorde avec celle des éruptions



métalliques, tandis que les facules sont disposées d'une manière analogue aux protubérances, quoique à des latitudes plus basses, tandis que les protubérances hydrogéniques figurent dans toutes les zones. »

ASTRONOMIE. — *Sur une lunette astronomique fixe.* Deuxième Note de M. G. **Hermite**.

« Depuis ma précédente Communication sur un projet de lunette astronomique fixe, insérée dans les *Comptes rendus* du 4 août, j'ai trouvé une simplification qui fait le sujet de cette courte Note.

» Dans mon premier projet, le tube de la lunette étant absolument fixe, les miroirs et l'objectif étaient mobiles, et l'objectif était placé parallèlement à l'axe du tube de la lunette. La modification actuelle a pour but de diminuer le poids de la partie mobile et par conséquent de faciliter le mouvement d'horlogerie. A cet effet (*voir* la figure, p. 231), je place l'objectif *a* comme dans une lunette ordinaire, à l'extrémité de tube C de la lunette, lequel reste toujours fixe. La partie mobile se réduit donc ainsi

aux deux miroirs plans, et la disposition de ces miroirs et leurs mouvements restent les mêmes que dans mon premier projet.

» Dans une lunette de grandes dimensions, comme mon projet permet d'en construire, l'objectif étant, par le fait même, d'un très grand poids, ma nouvelle disposition rend la manœuvre de l'instrument encore plus facile et plus précise. »

CHIMIE. — *Sur le point de congélation des dissolutions salines.* Note de M. F.-M. **Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« Les abaissements du point de congélation, produits par les quelques sels des métaux polyatomiques que l'eau ne décompose pas, sont indiqués dans le Tableau suivant :

	Formules ($H = 1$, $O = 16$).	Poids moléculaires M.	Abaissements du point de congélation pour 1gr de sel dans 100gr d'eau A.	Abaissements moléculaires M × A.
Chlorure stannique..........	$SnCl^4$	260	0,370	96,3
Chlorure d'aluminium.........	Al^2Cl^6	268	0,481	129,0
Sesquichlorure de chrome (violet).	Cr^2, Cl^6	318	0,408	130,0
Sesquichlorure de fer.........	Fe^2Cl^6	325	0,396	129,0
Azotate d'aluminium..........	$Al^2, 6AzO^3$	283	0,458	129,8
Azotate de chrome (violet).....	$Cr^2, 6AzO^3$	333	0,384	128,0
Sulfate d'aluminium.........	$Al^2, 3SO^4$	343	0,129	44,4
Sulfate de chrome (violet).....	$Cr^2, 3SO^4$	393	0,115	45,4
Sulfate ferrique..............	$Fe^2, 3SO^4$	400	0,115	46,0

» En rapprochant ces résultats de ceux qui ont été donnés précédemment (*Comptes rendus*, 25 février et 28 avril 1884), on remarque ce qui suit :

» Un sel à métal monoatomique, pris sous un poids tel qu'il renferme 1éq de métal, étant dissous dans 100gr d'eau, si l'on y remplace le métal monoatomique par une quantité équivalente d'un métal biatomique ou polyatomique, on diminue l'abaissement du point de congélation d'une quantité à peu près constante, voisine de 10,5;

» Un sel à acide monobasique fort, pris sous un poids tel qu'il renferme 1éq d'acide, étant dissous dans 100gr d'eau, si l'on y remplace l'acide monobasique par une quantité équivalente d'un acide bibasique fort, on di-

minue l'abaissement du point de congélation d'une quantité sensiblement constante, voisine de 14.

» Les sommes et les différences des abaissements partiels de congélation des radicaux salins étant ainsi connues, on peut calculer la valeur absolue de ces abaissements, en admettant qu'*il y a un rapport constant entre les abaissements partiels des radicaux électropositifs et électronégatifs de même atomicité*.

» On trouve ainsi que les abaissements partiels des radicaux salins se rapprochent des nombres ci-après :

		Abaissements partiels.
Radicaux électronégatifs	monoatomiques (Cl, Br, ..., OH, AzO^3, ...)...	20
»	biatomiques (SO^4, CrO^4, ...).................	11
Radicaux électropositifs	monoatomiques (H, K, Na, ..., AzH^4, ...)....	15
»	bi ou polyatomiques (Ba, Mg, ..., Al^2, ...)....	8

» Au moyen de ces quatre données, on peut calculer approximativement l'abaissement moléculaire de congélation de la plupart des sels engendrés par un acide fort ou une base forte. On trouve ainsi, par exemple :

		Abaissements moléculaires calculés.	observés.
K, HO	$15 + 20 =$	35	35,3
Ba, 2HO.............	$8 + 20 \times 2 =$	48	49,7
H Cl................	$15 + 20 =$	35	36,7
Na Cl	$15 + 20 =$	35	35,1
$BaCl^2$...............	$8 + 20 \times 2 =$	48	48,6
$SnCl^4$	$8 + 20 \times 4 =$	88	96,3
Al^2Cl^6	$8 + 20 \times 6 =$	128	129,0
H, AzO^3............	$15 + 20 =$	35	35,8
Na, AzO^3	$15 + 20 =$	35	34,0
Ba, 2 AzO^3	$8 + 20 \times 2 =$	48	40,5
Al^2, 6 AzO^3.........	$8 + 20 \times 6 =$	128	129,0
H^2, SO^4.............	$15 \times 2 + 11 =$	41	38,2
K^2, SO^4.............	$15 \times 2 + 11 =$	41	39,0
Mg, SO^4.............	$8 + 11 =$	19	19,0
Al^2, 3 SO^4...........	$8 + 11 \times 3 =$	41	45,0

» L'accord satisfaisant qui existe, entre les résultats observés et calculés, vérifie l'hypothèse qui sert de base au calcul et permet de formuler le principe suivant : *L'abaissement moléculaire de congélation des sels formés*

par les acides monobasiques et bibasiques est sensiblement la somme des abaissements moléculaires partiels de leurs radicaux électropositifs et électronégatifs.

» Ces faits prouvent que, contrairement à ce que j'avais cru jusqu'ici, la *loi générale de congélation* ne s'applique pas aux sels dissous dans l'eau, et ils justifient les réserves faites à ce sujet par M. Debray ([1]); par contre, ils tendent à montrer qu'elle s'applique aux radicaux constitutifs des sels, à peu près comme si ces radicaux étaient simplement mélangés dans les dissolutions.

» L'indépendance des radicaux des sels dissous dans l'eau, qui se manifeste d'une manière si évidente dans l'abaissement du point de congélation, se montre également dans la plupart des effets physiques dus à l'action des sels sur l'eau dissolvante. C'est ce qui a été établi par MM. Favre et Valson, dans leurs recherches sur les modules de coercition et sur les modules des densités et des hauteurs capillaires (*Comptes rendus*, t. LXXV, p. 1000; 1872). C'est aussi ce qui résulte des travaux récents de M. Hugo de Vries sur les coefficients isotoniques des sels (*Comptes rendus*, 19 novembre 1883). »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons de l'acide tellureux avec les acides.* Note de M. **D. Klein**, présentée par M. Berthelot.

« Le tellure ne paraît pas avoir été l'objet d'un travail d'ensemble depuis Berzélius. Cet illustre maître a tracé les principaux faits de l'histoire de ce corps simple; mais, dominé par des préoccupations théoriques, il a laissé de côté quelques détails importants : il a omis de décrire les composés définis que l'acide tellureux forme avec les acides, et il a eu entre les mains des combinaisons sur la nature desquelles il s'est mépris.

» C'est de ces composés que nous allons nous occuper : pour éviter toute confusion, nous les appellerons *sels de bioxyde de tellure*.

» 1° *Azotate basique de bioxyde de tellure* $(TeO^2)^4 Az^2O^5 + 1,5H^2O$. — C'est le corps qui se dépose sous forme de petites aiguilles orthorhombiques (faces h^1, m, a^1) quand on attaque le tellure par un grand excès d'acide azotique de concentration moyenne ($d = 1,15$ à $1,35$), et que l'on évapore lentement à une douce chaleur jusqu'au moment où des cristaux commen-

---

([1]) H. Debray, *Rapport sur un Mémoire de M.* Raoult (*Comptes rendus*, 15 octobre 1883).

cent à nager à la surface. Par refroidissement, on obtient une abondante cristallisation d'azotate basique de bioxyde de tellure.

» Ce sel ne commence à se décomposer qu'à la température de fusion du plomb. La totalité de l'acide azotique est expulsée, à l'état de vapeurs rutilantes, à la température du rouge sombre.

» Il y a, pendant la calcination, entraînement mécanique de matière, qu'on parvient à éviter avec quelques précautions.

» Le résultat de la calcination est formé d'anhydride tellureux, TeO^2, fusible au rouge, à peu près fixe. Cet anhydride fondu donne, par refroidissement, une masse cristalline, formée d'aiguilles enchevêtrées, d'un aspect conforme aux descriptions qu'en donnent les différents auteurs.

» L'azotate basique de bioxyde de tellure est soluble à chaud dans l'acide azotique ordinaire, étendu de cinq à six fois son volume d'eau. Il se dépose sans altération, par refroidissement de la solution concentrée.

» Berzélius paraît avoir eu ce corps entre les mains : il signale la nécessité de calciner le produit de l'attaque du tellure par l'acide azotique : il décrit d'ailleurs ce produit assez confusément.

» Il se forme aussi, quand on dissout à chaud l'anhydre tellureux, obtenu par calcination du produit de l'attaque du tellure par l'acide azotique, dans l'acide azotique pas trop étendu.

» Bien des auteurs, et Berzélius lui-même, ont confondu l'azotate basique de bioxyde de tellure et l'anhydride tellureux.

» Pour déterminer la composition de ce corps, nous l'avons calciné légèrement : le résidu de la calcination, dissous dans l'acide chlorhydrique, a été traité par l'acide sulfureux, et le tellure a été posé à l'état métallique. L'acide azotique a été dosé par la méthode de M. Schlœsing : trois séries d'opérations nous ont donné 13,87 pour 100, 13,95 pour 100, 13,77 pour la teneur en anhydride azotique.

» La composition de cet azotate est très exactement représentée par la formule

$$(TeO^2)^4, Az^2O^5 + 1,5H^2O.$$

» *Sulfate basique de bioxyde de tellure* $(TeO^2)^2, SO^3$. — L'anhydride tellureux se dissout à chaud dans l'acide sulfurique, étendu de trois à quatre fois son poids d'eau. En évaporant la dissolution au bain de sable, le sulfate de bioxyde de tellure se dépose sous forme d'écailles qui, à la loupe, offrent l'aspect de tables orthorhombiques (faces p, m, h^1).

» Il paraît être peu soluble à froid dans l'acide sulfurique étendu.

» On le dessèche sur des plaques de porcelaine dégourdie : il est bon, avant de l'analyser, de le chauffer au bain de plomb, afin de se débarrasser d'un petit excès d'acide sulfurique mécaniquement retenu : à cette température, les cristaux n'éprouvent aucune altération.

» La composition de ce corps est représentée par la formule $(TeO^2),SO^3$.

» Jusqu'à présent, on n'avait décrit aucun sulfate de bioxyde de tellure cristallisé. Berzélius avait signalé le produit de l'action de l'acide sulfurique en excès sur le tellure; il le décrit comme une masse terreuse amorphe. On attribue à ce corps, sans trop de preuves, la formule $TeO^2,(SO^3)^2$ (1).

» C'est probablement le composé que nous décrivons, à l'état amorphe et souillé par de l'acide sulfurique en excès.

» Comme tous les sels de cet ordre, l'azotate basique de bioxyde de tellure est décomposé par un grand excès d'eau tiède, qui laisse de l'anhydride tellureux. Il en est de même du sulfate.

» Nous avons obtenu d'autres composés cristallisés du bioxyde de tellure : phosphate, émétique, acide tellureux, etc. Nous les décrirons prochainement.

» Nous rappellerons, en terminant, que le seul sel de bioxyde de tellure analysé et décrit jusqu'à ce jour est le tartrate d'acide tellureux (2). »

PHYSIOLOGIE. — *Recherches sur les modifications dans la nutrition du système nerveux produites par la manie, la lypémanie et l'épilepsie.* Note de M. **A. Mairet**, présentée par M. Charcot.

« Dans deux Notes communiquées précédemment à l'Académie, nous avons, en nous basant sur les modifications imprimées à l'élimination par les urines de l'acide phosphorique uni aux terres, de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'azote, montré que l'acide phosphorique est lié à la nutrition générale, à la nutrition du muscle et à celle du système nerveux, et qu'il est possible, lorsque ces différents facteurs agissent en même temps dans un cas donné, de distinguer ce qui revient à chacun d'eux dans les modifications produites. Nous avons reporté ces notions physiologiques dans le domaine de la Pathologie, et, étudiant l'élimination de l'acide

---

(1) Berzélius et Magnus, *Poggendorff's Annalen*, t. X, p. 491.

(2) Nous exposerons la suite de notre travail dans un prochain Mémoire, dans lequel nous reviendrons sur les phénomènes qu'offre la dissolution du tellure dans l'acide azotique.

phosphorique et de l'azote dans certaines maladies fonctionnelles du système nerveux, l'aliénation mentale et l'épilepsie, nous avons recherché si ces maladies ne modifient pas cette élimination et si, sous leur influence, les échanges nutritifs qui se passent au sein du système nerveux ne sont pas modifiés. Ce sont les résultats que nous avons obtenus dans la manie, la lypémanie et l'épilepsie qui font l'objet de la présente Note.

» *Manie.* — Au point de vue des modifications qu'elle imprime à l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote, la manie peut être divisée en quatre périodes : agitation, dépression, rémission et convalescence, dont l'action se traduit ainsi que l'indique le Tableau suivant :

	Azote.	Acide phosphorique total.	Acide phosphorique uni aux terres.	Acide phosphorique uni aux alcalis.
Agitation.......	Augmenté	Augmenté	Augmenté	Augmenté
Dépression......	Diminué	Diminué	»	Diminué
Rémission......	»	»	Diminué	»
Convalescence...	»	»	Diminué	»

» L'agitation augmente l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote; toutefois, pour qu'il en soit ainsi, il faut qu'elle ait une certaine intensité. De plus, lorsque l'on considère l'agitation à la période d'état et à la période de déclin de la maladie, alors cependant que, au point de vue des phénomènes extérieurs, ces phénomènes sont aussi intenses dans cette dernière période que dans la première, on voit qu'à la période d'état l'acide phosphorique uni aux terres est plus augmenté qu'à la période de déclin, et, comme l'intensité des troubles intellectuels distingue seule ces deux périodes, on est amené à attribuer à ces troubles cette augmentation des phosphates terreux. Cette manière de voir s'impose lorsqu'on étudie comparativement les périodes d'agitation et de dépression; dans cette dernière période, en effet, les troubles cérébraux persistant, le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres est augmenté. Nous pouvons donc dire que, *dans la manie, les échanges nutritifs qui se passent au sein du système nerveux sont augmentés.*

» L'augmentation de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'azote reconnaît une autre cause que celle des phosphates unis aux terres; elle est intimement liée à l'élément agitation, elle augmente ou diminue avec lui et disparaît lorsqu'il disparaît; évidemment c'est à la suractivité du système musculaire qu'elle doit être rattachée. Cependant l'augmentation de l'acide phosphorique et de l'azote reconnaît encore dans la manie une

autre cause que celles que nous venons d'indiquer : elle se rattache en partie à une suractivité de la nutrition générale, nutrition qui est au contraire ralentie pendant la dépression. En résumé, nos recherches sur la manie nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° *La manie modifie diversement, suivant les périodes, l'élimination par les urines de l'acide phosphorique et de l'azote;*

» 2° *Elle modifie les échanges nutritifs qui se passent au sein de la substance nerveuse; elle les augmente;*

» 3° *Elle retentit sur la nutrition générale, qu'elle suractive dans les périodes d'agitation et qu'elle ralentit dans les périodes de dépression.*

» *Lypémanie.* — La lypémanie, surtout quand l'anxiété est très accusée, augmente le chiffre de l'acide phosphorique uni aux terres et diminue le chiffre de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'azote, donnant lieu à des modifications dans l'élimination de ces substances semblables aux modifications que produit le travail intellectuel et qui sont susceptibles des mêmes interprétations; de sorte que nous pouvons dire :

» 1° *La lypémanie augmente les échanges nutritifs qui se passent au sein de la substance cérébrale;*

» 2° *Elle ralentit la nutrition générale.*

Epilepsie. — L'épilepsie, en dehors des attaques et de l'état de mal, ne modifie pas l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote. Les attaques d'épilepsie augmentent l'excrétion des deux expèces de phosphates et de l'azote, mais l'augmentation de l'acide phosphorique uni aux terres est proportionnellement plus considérable que celle de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'azote; de plus, elle se retrouve en dehors des attaques sous l'influence des seuls vertiges : elle ne se lie donc pas à l'activité musculaire qui accompagne les attaques et ne peut être rattachée qu'au système nerveux dont elle traduit le déchet. Inversement, l'augmentation de l'acide phosphorique uni aux alcalis et de l'azote, intimement liée aux attaques, se rattache évidemment à la mise en activité du système musculaire que celles-ci entraînent après elles. L'état de mal épileptique produit, dans l'élimination de l'azote et de l'acide phosphorique, des modifications de même ordre que celles produites par les attaques et qui, comme celles-ci, reconnaissent la même origine.

» Ces différents faits établis, nous pouvons résumer comme suit les rapports qui existent entre l'épilepsie et l'acide phosphorique :

» 1° *Dans l'épilepsie, en dehors des attaques et de l'état de mal épileptique, l'élimination de l'azote et de l'acide phosphorique par les urines n'est pas modifiée;*

» 2° *Les attaques et l'état de mal augmentent l'élimination de l'azote et de l'acide phosphorique; ils suractivent les échanges qui se passent au sein du système nerveux.*

» Les recherches dont nous venons d'indiquer les résultats nous montrent que les maladies fonctionnelles du système nerveux modifient les échanges qui se font au sein de ce système et que l'examen des urines peut rendre compte des modifications produites. C'est bien en effet à la nutrition qu'il faut attribuer les modifications que nous avons constatées dans l'élimination des phosphates; ces modifications sont indépendantes de la forme que revêt l'activité nerveuse : elles existent lorsque celle-ci s'exprime par des troubles de l'idéation, comme dans l'aliénation mentale, ou par des troubles d'un autre ordre, comme dans l'épilepsie. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur le microbe de la fièvre typhoïde de l'homme; culture et inoculations.* Note de M. **Tayon**, présentée par M. Bouley.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie une série d'expériences sur la transmission de la fièvre typhoïde de l'homme aux animaux. M. Moziconacci m'a aidé dans quelques-unes de ces recherches.

» J'ai pris d'abord *du sang sur des cadavres* quelques heures après la mort des typhiques, et l'ai injecté sous la peau de lapins, de cobayes, de poules, de pigeons, de tourterelles, d'un cheval, d'une ânesse d'Afrique et de jeunes porcs; ces inoculations, répétées un très grand nombre de fois, n'ont jamais transmis la maladie.

» Si l'on fait boire du sang de typhique, pur ou dilué dans de l'eau, aux mêmes animaux, ils n'éprouvent aucun malaise; quelquefois, cependant, le cobaye est malade d'une façon très nette, perd l'appétit pendant quatre à cinq jours, pour revenir ensuite à l'état normal.

» Le sang recueilli pendant l'existence des typhiques aux diverses périodes de la dothiénentérie et inoculé sous la peau d'une autre série de lapins, de cobayes, de poules, etc., est inoffensif pour tous ces organismes.

» J'ai encore cherché à transmettre directement la fièvre entérique, soit par le sang, soit par l'urine introduits dans l'appareil respiratoire ou dans la cavité abdominale du lapin, du cobaye et du rat albinos. Ces divers procédés d'inoculation n'ont pu transporter sur ces animaux la fièvre typhoïde de l'homme.

» Enfin les déjections des typhiques, urines et matières fécales, administrées en breuvage à des porcs, à une ânesse d'Afrique, à des tourterelles, à des poules, à des pigeons, à des lapins et à des cobayes, n'ont exercé aucune action sur ces différents organismes.

» Les résultats changent si l'on infecte les animaux avec des liquides de culture.

» Du sang pris sur le cadavre, mais de préférence pendant la vie du typhique dont l'affection évolue normalement, est recueilli dans des *tubes stérilisés* et ensemencé dans divers liquides ([1]). Au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, le *microbe typhique* détermine un trouble dans le milieu où il se développe; si l'on injecte alors sous la peau de cobayes, de lapins, de pigeons, de poulets, de tourterelles, de rats albinos, de chiens, de brebis et de petits chats, une, deux ou trois gouttes du liquide ensemencé, on observe de très grandes différences quant à l'action du microbe typhique sur tous ces individus. Le lapin conserve toujours une bonne santé; si le liquide est très virulent, le micro-organisme pullule sur place pendant quelques jours, déterminant de la rougeur et de la tuméfaction autour de la piqûre.

» Le *poulet*, la *tourterelle*, le *pigeon* et le *rat blanc* sont aussi réfractaires que le lapin. La *brebis*, le *chien* et le *chat* en bas âge contractent des maladies qui peuvent être mortelles; enfin *le cobaye meurt dans un temps qui varie entre vingt minutes et quarante à quarante-cinq heures.*

» A l'autopsie de nombreux cadavres de cobayes, j'ai toujours rencontré les lésions caractéristiques de la dothiénentérie : dans le cœcum, les glandes vésiculeuses sont saillantes, tuméfiées et se détachent en rouge foncé sur la muqueuse; les autres parties de l'appareil digestif, de la terminaison de l'œsophage au rectum, sont congestionnées par places. En outre, le foie est jaune et mou, la rate augmentée de volume, les reins noirs, les poumons congestionnés. Le sang est couleur jus de groseille, incoagulé, incoagulable; les gros vaisseaux contiennent des caillots noirs, sans consistance.

» Si l'on injecte sous la peau d'une série d'animaux (cobayes, lapins, pigeons, chats) le sang d'un cobaye qui vient de mourir avec ces lésions caractéristiques, il n'y a pas transmission de la dothiénentérie. Je n'ai

---

([1]) L'ensemencement a été fait dans du sang pur ou dans du sérum de sang d'agneaux, de béliers et de veau. Le bouillon de veau, très concentré, m'a également donné de bons résultats.

jamais pu faire passer directement le microbe typhique du cobaye au cobaye ou du cobaye à un animal d'une autre espèce. Au contraire, une goutte de sang du cobaye étant mise en culture, au bout de vingt-quatre à quarante-huit heures, le liquide ensemencé devient très virulent pour le *cobaye*, qu'il fait périr en moyenne en dix à douze heures; il est *dangereux pour le chat, le chien et la brebis* et encore *indifférent* au lapin, au pigeon, à la poule et au rat blanc.

» Après plusieurs passages successifs dans un bouillon et dans le corps d'un cobaye, le microbe de la dothiénentérie devient sûrement mortel pour des chats d'un mois, contaminés avec des liquides de culture.

» Le sang du chat qui vient de succomber est alors très virulent pour le lapin seulement, qui meurt avec des lésions typhiques très nettes. Le sang du lapin est incapable de donner la fièvre typhoïde à d'autres lapins ou à d'autres animaux. Il est encore nécessaire de le mettre en culture, et cette fois on obtient un liquide très virulent pour le lapin, qui meurt au minimum en trois ou quatre heures et qui peut vivre jusqu'à cinquante à soixante heures après l'inoculation.

» Sur les cadavres d'un grand nombre de lapins, j'ai constaté, comme sur le cobaye, l'existence des lésions typhiques. A l'extrémité libre du cœcum les follicules clos sont rouges, tuméfiés; dans l'intestin grêle, les plaques de Peyer sont saillantes et parsemées de points d'un rouge foncé. Les ganglions mésentériques sont gros, rouge violacé, généralement ramollis, la rate est noire, volumineuse, s'écrase facilement, le foie est jaune et mou, les reins, le poumon et le thymus sont le siège de congestions. Le sang est couleur jus de groseille, il n'est pas coagulé, ne se coagule pas au contact de l'air; le cœur renferme des caillots noirs sans consistance.

Les D[r] Combal, Mossé et Brousse, auxquels j'ai montré, à la Clinique médicale de l'hôpital Saint-Éloi, ces lésions du lapin et du cobaye, ont reconnu des altérations typhiques au premier degré.

» Pour communiquer la fièvre typhoïde de l'homme aux animaux, j'ai donc dû employer toujours deux milieux différents: un liquide stérilisé et le cobaye, un liquide et le chat, le chat et le lapin, enfin le lapin et un liquide ensemencé. Le microbe typhique est donc un petit être à transmigration, comparable en cela à certains parasites qui passent une partie de leur existence, par exemple, dans le sein des eaux ou enkystés dans les tissus d'un herbivore ou d'un rongeur et qui, plus tard, doivent, pour la terminer, rencontrer un être d'une organisation différente. Il diffère par là du microbe du charbon, de celui du choléra des poules et du vibrion sep-

tique, qui se reproduisent sans transition dans un organisme, puis dans un autre semblable, en laissant toujours après leur passage les mêmes désordres. Avec lui, le phénomène de la vie se complique déjà, puisque cette vie n'a lieu qu'à la condition que deux milieux appropriés se réalisent.

» Ce microbe à transmigration apparaît au microscope, à des grossissements de 1000 diamètres, sous forme de petites granulations et de bâtonnets courts et très mobiles. Ces bâtonnets, si ce n'était leurs dimensions plus exiguës, ressembleraient beaucoup au vibrion septique pour la forme et pour la mobilité. Quelques liquides de culture contiennent seulement des granulations isolées ou unies deux par deux, trois par trois, et pourvues la plupart de très fins prolongements extrêmement mobiles; les autres, au contraire, n'offrent, à côté des spores arrondies, que ces courts bâtonnets qu'on voit facilement se segmenter et engendrer des granulations dans leur intérieur et à leur extrémité. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la période d'excitation latente des muscles des Invertébrés* (¹). Note de M. **H. de Varigny**, présentée par M. A. Richet.

« Bien que mes recherches, entreprises depuis plusieurs mois déjà, aient porté sur des types très variés d'animaux invertébrés, appartenant en particulier aux Annélides, aux Insectes et aux Mollusques, je ne parlerai ici que de certaines d'entre elles, relatives à l'*Helix pomatia*. Dans ces expériences, j'ai employé les courants induits, appliqués aux deux extrémités du muscle du pied.

» Le premier point qui frappe lorsque l'on compare le tracé obtenu avec le muscle de l'*Helix* à celui que l'on obtient avec un muscle de Vertébré, celui de la Grenouille, par exemple, c'est l'extrême lenteur avec laquelle s'accomplissent les différents phénomènes de la contraction. La période d'excitation latente dure parfois un temps considérable. Si elle peut, dans certaines circonstances, s'abaisser à $\frac{10}{100}$ ou $\frac{5}{100}$ de seconde, elle atteint, dans la majorité des cas, $\frac{20}{100}$, $\frac{30}{100}$, $\frac{50}{100}$, $\frac{60}{100}$. La période de contraction, c'est-à-dire celle pendant laquelle le muscle continue à se raccourcir, dure beaucoup plus longtemps que chez les Vertébrés; enfin, le temps qu'il faut laisser écouler pour voir le muscle revenir à la longueur qu'il avait avant l'excitation, c'est-à-dire la période de décontraction, de relâchement graduel, peut durer plusieurs minutes.

(¹) Travail du Laboratoire de M. le professeur Vulpian, à la Faculté de Médecine.

» Un second point à noter, c'est l'extrême instabilité d'équilibre du muscle. Si, après avoir séparé le muscle du pied du reste du corps de l'*Helix*, on le dispose de façon à pouvoir en apprécier à tout moment les variations de longueur, indices de ses variations de contraction, on voit qu'il faut, le plus souvent, attendre une, deux ou trois heures pour que ce muscle arrive à atteindre un état stable, c'est-à-dire un état tel que le muscle s'y maintienne tant qu'il n'est excité par aucun agent extérieur; à vrai dire, un état absolument stable n'est atteint que lorsque le muscle est mort, ou presque mort. Aussi est-il presque impossible d'expérimenter deux fois de suite sur le même muscle dans le même état : il est également impossible d'opérer sur un muscle ayant son maximum de longueur, à moins de le tendre artificiellement au moyen de poids, ce qui introduirait un élément nouveau et une cause d'erreur dans l'appréciation des périodes latentes. On sera frappé de ce fait si l'on place à côté du muscle d'*Helix* un muscle de Vertébré dans les mêmes conditions que ce dernier.

» Je citerai un exemple de cette instabilité, choisi entre plusieurs, et présentant les phénomènes caractéristiques dont je veux parler. Un muscle d'*Helix* vigoureux, qui, chez l'animal vivant, pouvait être long de $0^m,06$ à $0^m,08$ durant la locomotion, fut séparé du corps et des centres nerveux, et attaché par une extrémité à un point fixe. De l'autre extrémité partaient deux fils divergents, rattachés à un style léger, puis se réunissant à $0^m,08$ ou $0^m,10$ plus bas, pour soutenir un poids de 10^{gr}. De cette façon, toutes les oscillations du muscle étaient inscrites sur un cylindre enregistreur, que l'on faisait tourner d'un centimètre de temps à autre. Le tracé obtenu est en escalier, et indique un relâchement graduel qui n'a point cessé depuis le commencement de l'expérience jusqu'à la mort, survenue dix ou douze heures après. A tout moment de l'expérience, le muscle était parfaitement excitable et réagissait aux excitants électriques, thermiques, mécaniques. Quant à l'allongement, il était considérable, le muscle ayant atteint à la fin de l'expérience près du double de la longueur qu'il avait au début, étant très contracté.

» Si j'ai insisté sur ce second point, c'est pour bien faire sentir que les expériences faites sur la période latente du muscle d'*Helix* sont faites sur un muscle plus ou moins contracté. Tout ce que l'on peut faire pour atténuer les causes d'erreur provenant de ce fait, c'est de ne comparer entre elles que les expériences faites dans les mêmes conditions de contraction, sur un même muscle.

» L'influence qu'exercent l'état de contraction et celui de relâchement

graduel sur la durée de la période latente est nettement appréciable. Ainsi, un muscle d'*Helix* en voie de relâchement pourra ne pas réagir au courant sous l'influence duquel il vient de se contracter. D'autre part, la période latente est toujours plus courte lorsqu'on excite à nouveau un muscle qui vient d'être excité et est en voie de contraction : c'est là un fait presque constant, dont j'ai de très nombreux exemples. Dans ces cas, la seconde période latente peut tomber à $\frac{5}{100}$ ou $\frac{6}{100}$ de seconde, au lieu de $\frac{20}{100}$, $\frac{30}{100}$ et $\frac{40}{100}$.

» L'influence qu'exercent la fatigue (ou diminution d'excitabilité), le réveil d'excitabilité et l'intensité sont aussi nettes, en ce qui concerne le muscle d'*Helix*, qu'en ce qui concerne les muscles de Vertébrés, d'après C. Richet et bon nombre d'observateurs, et le cerveau, d'après mes propres recherches ([1]); l'état de fatigue provoqué par de trop nombreuses excitations s'accuse par un allongement de durée de la période latente.

» Si ces excitations n'ont point été trop nombreuses, au contraire, le muscle est plus rapidement excité : la période latente devient plus courte, en même temps que la contraction est plus grande. Ainsi, j'ai vu la période latente, dans ces conditions, diminuer de moitié, tandis que la hauteur de la contraction augmentait d'un quart ou d'une moitié.

» Enfin l'intensité des courants agit très nettement. Dans une de mes expériences, j'ai observé la gradation suivante :

» La bobine d'induction étant à 9, la période latente fut de $\frac{70}{100}$ de seconde, et la hauteur de la contraction de $0^m,004$.

» A 8, la période latente fut de $\frac{45}{100}$; la hauteur de $0^m,007$.

» Ces chiffres devinrent :

» A 7, $\frac{40}{100}$, $0^m,010$.

» A 6, $\frac{30}{100}$, $0^m,010$.

» A 5, $\frac{20}{100}$, $0^m,016$.

» A 4, 3 et 2, $\frac{20}{100}$, $0^m,018$ et $0^m,020$.

» A 1 et 0, $\frac{15}{100}$, $0^m,020$ et $0^m,021$.

» L'influence des trois facteurs que je viens de citer : réveil, diminution d'excitabilité et intensité des courants, s'observe encore très nettement lorsqu'on étudie les phénomènes d'addition latente; les résultats sont identiques aux précédents.

» Quant à l'addition latente, elle se retrouve avec les mêmes caractères que chez les muscles de Vertébrés et dans le cerveau; tel courant qui n'agit

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, séance du 7 avril 1884.

pas lorsque les excitations sont isolées, agit très bien lorsqu'elles sont rapprochées. Elle se produit d'autant plus vite que le courant est plus intense et que les excitations sont plus nombreuses et rapides.

» Dans des communications ultérieures, j'exposerai les résultats que j'ai obtenus concernant la période latente chez divers autres Invertébrés et concernant l'influence qu'exercent divers poisons sur cette période; j'aurai aussi à parler de l'excitabilité des muscles d'Invertébrés aux agents mécaniques, thermiques et chimiques; pour le moment, ce que je voudrais nettement mettre en relief, c'est l'extrême instabilité d'équilibre du muscle du pied de l'*Helix pomatia*, la lenteur avec laquelle s'opère la contraction musculaire et la durée considérable de la période latente. Ce sont, en effet, des phénomènes tout particuliers. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Rhizopode*. Note de M. J. **Künstler**, présentée par M. Paul Bert.

« L'être dont il s'agit ici se rencontre dans les Ophélies de la plage d'Arcachon ; c'est un organisme un peu allongé, pointu à ses deux extrémités et présentant de chaque côté des pseudopodes assez longs.

» On le reconnaît immédiatement par l'existence, au sein de sa substance, d'une baguette axiale noire ou brun foncé que le vert de méthyle colore d'une manière intense. Formée par une substance stratifiée, cette baguette a ses extrémités généralement bifides ou multifides ; sa surface offre souvent de petits mamelons qui, s'allongeant sous forme de bourgeons, finissent par se détacher et se répandre dans le protoplasma périphérique. Là, chacun de ces corpuscules s'entoure d'une couche protoplasmique spéciale.

» Le reste du corps est une lamelle protoplasmique aplatie, divisée en deux régions, l'une centrale, plus dense; l'autre périphérique, très vacuolaire. L'aspect de cette dernière, souvent bulleux, rappelle alors la substance du corps de certains Radiolaires. De sa périphérie partent des pseudopodes, gros filaments d'apparence rigide, mais capables de se contracter et de prendre un aspect piriforme. Par leur rigidité et leur direction rectiligne, ces pseudopodes ressemblent à ceux des Radiolaires; mais ils s'en distinguent par leur épaisseur, une structure particulière et leur localisation sur les parties latérales du corps.

» Le fluide cavitaire contient, en outre, de petits corps arrondis, entièrement couverts de pseudopodes et munis d'un corpuscule central incolore.

Peu à peu, ce corpuscule s'allonge en bâtonnet et finit par acquérir la coloration foncée de la baguette axiale décrite chez les adultes. Par leur aspect et leurs dimensions, ces jeunes êtres rappellent d'une façon remarquable les petits bourgeons que nous avons vus se développer à la surface de la baguette axiale des adultes. »

M. E. Houdart, à propos d'une Note récente de M. *Amagat* sur une méthode de dosage de l'extrait sec des vins, fait remarquer qu'il avait lui-même indiqué, en 1877, un procédé tout à fait semblable. Ce procédé avait été publié, en juillet 1877, dans le *Bulletin de la Société chimique;* le titre en avait été indiqué dans les *Comptes rendus de l'Académie*, le 29 octobre 1877.

M. E.-H. Amagat adresse une Lettre dans laquelle il reconnaît les droits de priorité de M. *Houdart*, pour ce procédé de dosage : au moment où il a adressé à l'Académie la Communication qui fait l'objet de la réclamation de M. Houdart, il n'avait pas connaissance de la Note dont il s'agit.

M. Chapel adresse deux Notes portant pour titres, l'une « Concomitance de phénomènes sismiques et météorologiques avec la rencontre des astéroïdes d'août », l'autre « Sur une relation entre les températures de fusion des corps simples et leurs poids atomiques ».

En représentant par p le poids atomique d'un corps simple quelconque, et par T la température de fusion de ce corps sous la pression normale (température comptée à partir du *zéro absolu*, — 273° C.), l'auteur arrive aux deux conclusions suivantes :

1° Quand on forme, pour les divers corps simples, la somme T^2+p^2, les corps se trouvent partagés en plusieurs groupes distincts, pour chacun desquels on a approximativement $T^2+p^2=K^2$.

2° Les constantes K, caractéristiques des divers groupes, sont entre elles comme les nombres entiers 1, 2, 3, 4, 5, ...

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 18 aout 1884.

Travaux et Mémoires du Bureau international des Poids et Mesures, publiés sous l'autorité du Comité international par le Directeur du Bureau; t. III. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 12e session. Rouen, 1883; Paris, 1884; in-8°.

Biologie. — Recherches sur l'élimination de l'acide phosphorique chez l'homme sain, l'aliéné, l'épileptique et l'hystérique; par le Dr A. Mairet. Paris, G. Masson, 1884; in-4°. (Présenté par M. Charcot.)

Traité élémentaire d'Electricité; par James-Clerk Maxwell, traduit de l'anglais par G. Richard. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

Problèmes de Physique, de Mécanique, de Cosmographie, de Chimie, à l'usage des candidats aux baccalauréats ès sciences, etc., etc.; par M. Edme Jacquier. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

Guide pratique de la compensation des compas sans relèvements; par A. Collet. Paris, Challamel aîné, 1884; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Notice sur diverses modifications introduites dans le mécanisme des machines locomotives; par M. Th. Ricour, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées. Paris, Dunod, 1884; br. in-8°.

Des Kolas africains au point de vue botanique, chimique et thérapeutique; par Édouard Heckel et Fr. Schlagdenhauffen, professeurs aux Facultés de Médecine et des Sciences. Paris, C. Marpon et E. Flammarion, 1884; in-8°. (Présenté par M. Chatin.)

Report on the scientific results of the voyage of H.-M.-S. Challenger, *during the years* 1873-76. — *Zoology;* vol. I à X. London, Longmans et Co, 1883; in-4°.

Heliometer-Determinations of stellar parallax in the southern hemisphere; by David Gill, L.L.D. (Aberd. et Edin.), F.R.S., and W.-L. Elkin, Ph.D. (Strassburg). London, published by the Society at their apartments, Burlington House, 1884; in-4°.

Memorie della Società degli Spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. Tacchini. Roma, tipografia Eredi Botta, 1884; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 25 AOUT 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

AÉROSTATION. — *Note sur les aérostats dirigeables;* par M. **Dupuy de Lome**.

« Retenu malade chez moi, je n'ai pas pu venir lundi dernier à l'Académie l'entretenir, comme j'aurai eu tant de plaisir à le faire, du brillant résultat constaté dans l'expérience de navigation aérienne faite à Meudon, le 9 de ce mois, par MM. les capitaines Renard et Krebs, au moyen de l'aérostat à hélice qu'ils ont construit à l'atelier de la Guerre.

» Notre confrère, M. Hervé Mangon, a présenté à l'Académie un exposé de cette belle expérience, en déposant sur le bureau un Mémoire, à ce sujet, de MM. Renard et Krebs.

» La présente Note n'a donc pas pour but de redire les résultats de l'ascension du 9 août 1884. Ils seront d'ailleurs dépassés dans des essais ultérieurs que feront bientôt ces mêmes savants et persévérants officiers; essais pour lesquels ils lanceront la machine motrice de leur aérostat à une puissance plus que double de celle utilisée par eux dans la journée du 9 août. Ils atteindront ainsi une vitesse d'environ 25^{km} à l'heure, par rapport à l'air ambiant.

» Ce que je crois opportun de rappeler ici, à cette occasion, ce sont les résultats positifs antérieurement acquis, et dont ceux constatés, le 9 août 1884, sont la suite, seulement avec plus de vitesse imprimée à l'aérostat.

» L'Académie des Sciences est en partie solidaire de l'œuvre que j'ai accomplie, en 1871 et 1872, pour la solution du problème de la navigation aérienne; elle est par conséquent intéressée à ce qu'on rappelle, en ce moment, ce qui caractérise l'expérience de notre aérostat à hélice, faite le 2 février 1872.

» C'est pendant le siège de Paris que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le 10 octobre 1871, un projet d'aérostat à hélice, mû à bras d'homme, se dirigeant avec précision et pouvant, au moyen du travail musculaire de huit manœuvres actionnant l'hélice, obtenir une vitesse de 8^{km} à 10^{km} à l'heure par rapport à l'air ambiant.

» C'est à la suite de cette Communication que le Ministre de l'Instruction publique, prenant en considération l'opinion favorable manifestée par cette Académie, m'a chargé d'exécuter pour le compte de l'État le navire que j'avais en vue.

» J'aime à répéter que j'ai été puissamment aidé dans ce travail par mon ami et ancien collaborateur à la Direction du matériel de la Marine, M. l'ingénieur Zédé, et par M. l'aéronaute Yon, qui m'a donné le précieux concours de ses connaissances pratiques.

» La difficulté de se procurer les matériaux voulus dans Paris assiégé, celle aussi de trouver un lieu convenable pour la préparation du départ de cet aérostat, enfin les terribles événements de 1871 ont été cause que nous n'avons pu procéder à l'ascension que le 2 février 1872.

» Il régnait ce jour-là, sur Paris, un vent du sud très fort, dont la vitesse variait aux environs de 15^m par seconde, soit 54^{km} à l'heure.

» Sans tant de retards déjà subis, il eût mieux valu attendre un temps plus favorable; mais, pressé à diverses reprises par le Ministère de la Guerre de rendre à son service la place que l'aérostat occupait dans le principal hangar du fort de Vincennes, je me décidai, sans plus tarder, à l'ascension toute préparée.

» Je m'y décidai, malgré le grand vent de ce jour, confiant dans la facilité que les dispositions de cet aérostat nous donneraient pour opérer la descente sans faire courir aucun danger ni aux organes de l'appareil ni à mes nombreux compagnons, qui formaient avec moi un équipage de quatorze hommes dans la nacelle. J'étais également certain que ce vent ne nous gênerait pas pour nos expériences de gyration ou de permanence de

direction de l'axe longitudinale de l'aérostat, qu'il ne nous empêcherait pas de constater notre vitesse propre par rapport à l'air ambiant, qu'enfin ce grand vent n'aurait d'autre effet fâcheux *que de nous empêcher de revenir ce jour-là au point de départ, comme nous l'eussions fait par un temps calme ou une très petite brise.*

» Les principes de construction de cet aérostat à hélice, ainsi que les résultats, constatés dans l'ascension du 2 février 1872, sont exposés en détail dans mon Mémoire à l'Académie des Sciences, avec tous les plans joints au texte; ainsi que dans le Rapport de la Commission officielle [1] constituée par le Ministre de l'Instruction publique pour rendre compte de cette expérience.

» Quant aux résultats constatés avec cet aérostat à hélice, ils ont été entièrement conformes à mes prévisions, ainsi que le proclame le Rapport de la Commission précitée.

» La stabilité a été parfaite ainsi que l'obéissance au gouvernail; la vitesse propre de l'aérostat par rapport à l'air ambiant a été de $2^{m},80$ par seconde, soit de 10^{km} à l'heure, avec l'emploi de huit hommes manœuvrant l'hélice. Cette vitesse nous a permis de nous écarter à volonté à droite ou à gauche de la direction du vent, suivant un angle résultant des deux vitesses combinées; mais elle était très insuffisante pour que nous pussions revenir, *ce jour-là*, au point de départ en remontant un courant d'air de 54^{km} à l'heure par rapport au sol, puisque nous n'avions que 10^{km} de vitesse dans l'air à notre disposition.

» Nous avons donc dû prendre terre après deux heures de navigation aérienne. L'atterrissage, malgré la force du vent, s'est fait avec la plus grande facilité, sans avarier aucune partie de l'appareil, dont toutes les pièces ont été envoyées plus tard à l'atelier de Meudon.

» Dans les conclusions de mon Mémoire à l'Académie des Sciences, ainsi que dans celles du Rapport de la Commission, il est écrit qu'en remplaçant les huit hommes employés à faire tourner l'hélice par une machine à gaz ou à air chaud, on pourrait facilement obtenir, avec le même poids, une puissance motrice de 8 chevaux de 75^{kgm}, et qu'alors la vitesse du

---

(1) Cette Commission se composait de MM. Balard, Sainte-Claire Deville, Delaunay, Jamin (tous quatre membres de l'Académie des Sciences); le baron de Berkheim, général commandant l'artillerie de Paris, Duménil et Bouin, directeurs au Ministère de l'Instruction publique.

même aérostat par rapport à l'air ambiant s'élèverait à 22^{km} à l'heure au lieu de 10^{km}.

» Dans le discours que j'ai prononcé à Annonay, au nom de l'Académie des Sciences, le 13 août 1883, à l'inauguration du monument élevé aux frères Montgolfier, j'ai été naturellement conduit à faire un exposé sommaire de l'état de la science de la navigation aérienne. J'ai cité les études à ce sujet de Joseph Montgolfier lui-même, de Blanchard, de Guyton de Morveau, de Meusnier, de Marey-Monge et de Henri Giffard (MM. Tissandier n'avaient pas encore à cette date procédé à leur essai du mois d'octobre 1883), puis, après avoir rappelé mes travaux personnels et mon ascension du 2 février 1872, j'ai ajouté :

« Obligé de donner mon temps à d'autres devoirs auxquels je ne peux me soustraire, j'ai vu avec bonheur la suite de l'entreprise de l'aérostat dirigeable confiée par le Ministre de la Guerre à des officiers des plus capables, qui y travaillent avec ardeur à l'atelier de Meudon. Ils possèdent déjà l'appareil moteur puissant et léger, combiné par eux avec un savoir et une persistance admirables, et je suis convaincu qu'ils arriveront à la solution prochaine du problème de la navigation aérienne avec une vitesse de marche qui la rendra pratique. »

» La brillante expérience accomplie le 9 de ce mois par MM. Renard et Krebs prouve que je ne me trompais pas en affirmant ainsi leur succès prochain.

» Ils ont créé pour la navigation aérienne une machine dynamo-électrique des plus remarquables, actionnée par une machine spéciale. Avec un poids total de 560^{kgr} (machine, pile et liquide), ce moteur peut développer une puissance de 8 chevaux de 75^{kgm} pendant quatre heures.

» Tel est le résultat considérable qui leur fait le plus grand honneur. Ils ont appliqué cette machine dynamo-électrique à un aérostat à hélice exécuté par ailleurs, conformément à tous les principes établis dans mon Mémoire à l'Académie, ainsi que dans le Rapport de la Commission sur l'expérience du 2 février 1872. MM. Renard et Krebs se sont plu à qualifier souvent ces deux documents de bases fondamentales adoptées par eux pour la construction de l'aérostat à hélice destiné à recevoir leur nouvelle machine motrice. Il m'a paru néanmoins, en présence d'assertions qui se sont produites à la séance de lundi dernier, que je me devais à moi-même et à mes collaborateurs, que je devais à l'Académie des Sciences, qui a patronné mon projet d'aérostat à hélice en 1871, ainsi qu'au Ministre de l'Instruction publique, qui en a rendu possible l'exécution

par son concours financier, de rappeler les résultats précis d'orientation et de vitesse obtenus par notre aérostat à hélice dans la journée du 2 février 1872.

» La faculté d'orientation et la vitesse de cet appareil, vitesse qui a été de 10^{km} à l'heure par rapport à l'air, nous eussent parfaitement permis de revenir prendre terre dans le fort de Vincennes après avoir fait une excursion au dehors, si ce jour-là, comme le 9 août 1884, le vent n'eût soufflé qu'en faible brise, suffisamment inférieure à 10^{km} à l'heure. MM. Renard et Krebs, avec leur aérostat actuel, sont revenus très facilement, le 9 août, au point de départ, parce que la brise était très faible. Ils eussent pu encore opérer ce retour, même avec un vent plus accentué, tant que la vitesse de ce vent ne se fût pas trop rapprochée de celle de 19^{km} obtenue par leur aérostat. Ils vont le rendre plus rapide encore : il atteindra 25^{km} environ, ce qui reculera d'autant *la limite de vitesse du vent interdisant le retour*.

» Tel est le progrès accompli par ces officiers, mais il est inexact de dire qu'il n'a pas été fait antérieurement d'aérostat dirigeable.

» Ce qui a été constaté le 9 août, c'est un *progrès dans la vitesse*, passant de 10^{km} à 19^{km} à l'heure, au moyen d'un moteur dynamo-électrique très puissant pour son poids. »

ALGÈBRE. — *Sur les équations algébriques;* par M. DE JONQUIÈRES.

§ I. — *Considérations générales. — Équations binômes. — Équations trinômes.*

« I. L'emploi de spéculations géométriques pour étudier ou résoudre les équations était jadis en faveur. On sait que Newton, suivant la voie ouverte par Descartes, a consacré le § VII de son *Enumeratio linearum tertii ordinis* à l'exposition d'une méthode théorique et graphique pour la résolution des équations, à l'aide du tracé de deux courbes de degrés inférieurs, dont les points d'intersection correspondent aux racines qu'on se propose d'obtenir. Rolle, Stirling, Reyneau, d'autres encore, ont imité cet exemple, et l'on peut, sans être téméraire, attribuer à ce mode d'investigation la découverte de la méthode de Rolle, connue sous le nom de *cascades*.

» Euler et Lagrange ont cultivé de préférence les méthodes dites *analytiques,* qui, depuis lors, ont longtemps et presque exclusivement prévalu

dans les recherches originales et dans l'enseignement [1]. Toutefois les progrès considérables accomplis dans cette branche de la Science par ces grands géomètres et par leurs successeurs n'ont pas ôté leur à-propos aux méthodes et aux procédés, arithmétiques et graphiques, ayant pour objet la discussion ou la résolution des équations numériques, auxquelles aboutissent, en définitive, les recherches des astronomes, des physiciens, des statisticiens, des ingénieurs, etc. Quelques auteurs n'ont pas négligé de poursuivre parallèlement, à notre époque, le perfectionnement de ces méthodes et l'invention de ces procédés. Parmi ces derniers, je n'omettrai pas de citer la méthode et les *abaques* de notre savant et ingénieux confrère M. Léon Lalanne, qui ont fait l'objet de rapports et d'articles dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, notamment dans les Tomes LXXXI et LXXXII.

» Le travail dont j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie la première Partie prend aussi son point de départ dans quelques considérations très simples de Géométrie, mais elle n'a pas pour objet principal la *résolution graphique* des équations. Son caractère est plutôt celui d'une vue d'ensemble sur leurs propriétés générales et sur les *affections* auxquelles elles sont sujettes et d'une méthode intuitive de discussion.

» II. Pour procéder méthodiquement dans cette étude et me placer dans les conditions qui sont, comme on le verra, les plus favorables à un tel examen, il convient de négliger d'abord le dernier terme A_0 de l'équation proposée, en le laissant indéterminé, et même de commencer par le supposer nul. Il faut ensuite égaler à y l'ensemble des autres termes qui dépendent de x, et représenter par une courbe la fonction

$$y = f(x) = x^m + A_{n-1}x^{m-1} + \ldots + A_r x^2 + \ldots + A_2 x^2 + A_1 x,$$

dans laquelle je suppose essentiellement que le terme en x^m a l'unité pour coefficient.

» De la sorte, la courbe passe par l'*origine* des coordonnées, ne peut être rencontrée qu'en un seul point par une parallèle à l'axe Oy et affecte deux caractères bien tranchés, selon que m est impair ou pair [2].

» III. *Equations de degré impair* $m = 2\mu + 1$. — Supposons d'abord que

---

[1] L'excellent *Traité d'Algèbre* de M. J. Bertrand est un des rares Ouvrages élémentaires de notre époque où il soit dérogé parfois à cet usage.

[2] Le cas de m fractionnaire n'est pas formellement exclu, mais il réclame un examen à part.

le second membre soit réduit au seul terme x^m. L'équation $y = x^m$ représente une *courbe parabolique* du degré m.

» Le caractère distinctif de toutes ces paraboles de degré impair est d'avoir une branche ascendante dans l'angle des coordonnées positives et une branche descendante dans l'angle des coordonnées négatives, l'une et l'autre indéfinies, et tournant leur concavité vers l'axe Oy. Elles passent toutes par les points qui ont pour coordonnées $\begin{Bmatrix} x = 1 \\ y = 1 \end{Bmatrix}$ et $\begin{Bmatrix} x = -1 \\ y = -1 \end{Bmatrix}$; elles ont, en outre, à l'origine même, un *point d'inflexion* (d'un ordre élevé si $m > 3$), et la tangente d'inflexion, qui est l'axe Ox, possède m points, infiniment voisins, communs avec la courbe. Au fur et à mesure que le degré de l'équation s'élève, la parabole rapproche ses branches de l'axe Ox depuis $x = 0$ jusqu'à $x = 1$ et, une fois ce dernier point passé, les resserre davantage vers l'axe des y, mais le caractère général de la courbe n'est pas changé.

» Actuellement si, laissant la courbe immobile et invariable, on transporte l'axe Ox parallèlement à lui-même, en donnant au terme A_0, indépendant de x, une valeur déterminée quelconque, positive ou négative, l'équation de la courbe devient $y = x^m \pm A_0$. Faisant alors $y = 0$, l'équation binôme $x^m \pm A_0 = 0$ possède une seule racine réelle et 2μ racines imaginaires. Ces m racines peuvent, comme on sait, être représentées par m points situés sur la circonférence du cercle de rayon $Oa = \sqrt[m]{\mp A_0}$, et équidistants à partir de celui, figurant la racine réelle, qui se trouve sur l'axe Ox en $-a$ ou $+a$ [1].

» IV. Ce point de départ établi, il faut examiner ce qu'il advient de l'adjonction, au terme initial et principal x^m, des autres termes $A_r x^r$, ou de quelques-uns d'entre eux, A_0 continuant à être d'abord supposé nul par raison de symétrie et surtout de plus complète indication.

» Envisagée dans son ensemble, l'influence des termes dont il s'agit se traduit par une déformation, plus ou moins accentuée, dans la figure régulière de la parabole primitive $y = x^m$. Ainsi prennent naissance les changements anormaux dans la loi des variations de la courbure originelle, et les sinuosités, ou *festons*, qu'on y observe, tantôt avec des *maxima* et des *minima*, tantôt avec de simples *inflexions* qui ne sont, au fond, si l'on peut ainsi parler,

---

[1] Cette propriété bien connue conduit logiquement à penser que les racines réelles devraient être appelées racines *axiales*, tandis que la dénomination de racines *divergentes* serait attribuée à celles dites *imaginaires*, qui n'ont pas moins de réalité que les premières. J'emploierai parfois ces dénominations expressives.

que des tentatives avortées de festonnements. Ces diverses affections successives produisent, quant à l'aspect général de la figure, les mêmes effets que si la courbe, supposée faite d'une matière élastique, avait été soumise, en divers points de son parcours, à des pressions dont les valeurs respectives des coefficients et des exposants expriment l'énergie et dont l'influence s'étendrait, en réalité, dans les deux sens positif et négatif, jusqu'aux limites extrêmes de la courbe, mais, *en apparence*, cesserait de se faire sentir, d'une façon appréciable à la vue, à une distance finie de l'origine O; de telle sorte que, au delà de cette zone de troubles, la courbe paraît reprendre progressivement, dans son cours infini, une figure de même type que sa figure première, au fur et à mesure que le terme x^m reprend, d'une façon de plus en plus exclusive, la prépondérance qui lui appartient sur les éléments perturbateurs $A_r x^r$ dont elle a subi l'influence, en quelque sorte passagère.

» Dans cet état, si on laisse la courbe immobile et qu'on transporte l'axe des x, parallèlement à lui-même, d'une quantité quelconque $\pm A_0$, on voit immédiatement que cet axe, dans chacune de ses positions successives, coupe la courbe en un nombre de points qui varie avec le signe et la valeur de A_0, et parfois la touche par un ou plusieurs contacts, simples ou multiples, en des points ayant pour abscisses respectives celles qui correspondent aux racines réelles de la courbe dérivée

$$y = f'(x).$$

Cela revient à dire que, à partir de la valeur initiale correspondante à $A_0 = 0$, l'équation $f(x) = 0$ *perd*, successivement, sinon immédiatement, et par groupes de deux, les racines réelles, inégales ou égales, qu'elle possédait, jusqu'à ce qu'enfin elle n'en ait plus qu'une seule, soit dans la région positive si A_0 est négatif, soit dans la région négative si A_0 est positif.

» D'où l'on voit incidemment que, par rapport à l'ensemble de la courbe, l'*imaginarité* (ou divergence) des racines est la règle, tandis que leur *réalité* est l'exception.

» V. *Equations du degré pair*, $m = 2\mu$. — Tout ce qui vient d'être dit s'applique, à une seule exception près, aux courbes de degré pair. Les branches des paraboles $y = x^{2\mu}$ s'ouvrent alors toutes deux du côté des y positifs; ces courbes ne pénètrent pas dans la région négative, et le point d'inflexion qu'elles avaient à l'origine s'y change en un *point de serpentement*, d'un ordre plus ou moins élevé, selon leur degré.

» Si l'axe des x se transporte horizontalement, il coupe toujours la

courbe $y = f(x)$ en deux points dans la région positive, et ne la coupe jamais dans la région négative.

» VI. De ces préliminaires, sur lesquels je me suis un peu étendu, parce qu'ils me permettront d'entrer dans moins de détails pour ce qui doit suivre, découlent plusieurs conséquences intéressantes touchant la nature et le degré de l'influence de chaque terme en particulier, selon son signe et la grandeur des éléments dont il se compose, sur les déformations que subit la courbe initiale, par suite sur la nature et le nombre des racines qui en dérivent, et touchent les actions, concordantes ou contraires, de ces termes associés ensemble, conséquences qui pourront contribuer à répandre une lumière d'un nouveau genre sur certains points de la théorie des équations, et notamment sur les théorèmes de Descartes et de Newton.

» VII. En suivant l'ordre naturel des idées, la première question qui se présente est celle-ci :

» *Quelle influence exerce sur la figure de la courbe initiale $y = x^m$, et sur les propriétés générales de l'équation binôme $x^m - A_0 = 0$, l'adjonction, dans le second membre, d'un terme $A_r x^r$?*

» La réponse à cette question découle de cette remarque que pour $x \lesseqgtr 1$ on a $x^r \gtreqless x^m$, et se traduit, comme il est aisé de le reconnaître en faisant la figure, par les conclusions suivantes :

» 1° *m et r étant de même parité,* c'est-à-dire tous deux pairs ou tous deux impairs :

» Si A_r est positif, la courbe initiale ne change pas de caractère; seulement ses branches se rapprochent de l'axe Oy, d'autant plus que r est plus grand.

» Si A_r est négatif et m pair, il se forme deux festons égaux, l'un à droite, l'autre à gauche de l'origine, et tous deux en dessous de l'axe Ox.

» Si A_r est négatif et m impair, le feston de gauche est au-dessus de l'axe.

» Dans l'un et l'autre cas, si $r > 1$, la courbe touche l'axe en O par un contact d'un ordre plus ou moins élevé. Si $r = 1$, la tangente inflexionnelle, qui touche la courbe en O, est inclinée sur Ox d'un angle β déterminé par la relation $\tang\beta = -A_1$.

» Que m soit pair ou impair, les branches de la nouvelle courbe comprennent entre elles celles de la courbe primitive, et chaque feston a pour amplitude horizontale $\sqrt[m-r]{A_r}$.

» 2° *m* et *r étant de parités contraires :*

» Si m est pair, il ne se forme qu'un seul feston au-dessous de l'axe Ox,

savoir : à gauche si A_r est positif, à droite s'il est négatif. La tangente en O est l'axe Ox, si $r > 1$. Lorsque $r = 1$, cette tangente s'incline d'un angle dont l'expression a été donnée ci-dessus par sa tangente trigonométrique.

» Si m est impair, et A_r positif, il se forme, à gauche de l'origine, un feston situé au-dessus de Ox; pour A_r négatif, le feston est situé en dessus et à droite. Dans les deux cas, l'axe Ox touche, en O, la courbe qui ne s'infléchit en sens inverse qu'au delà de ce point.

» De ce qui précède, on conclut d'abord que :

» *Une équation trinôme* (quels que soient les degrés m et r des deux termes en x) *a, au plus, quatre racines réelles si m est pair, et trois si m est impair. Elle peut d'ailleurs avoir toutes ses racines imaginaires* (ou toutes moins deux) *dans le premier cas, et toutes moins une dans le second cas.*

» On voit ainsi quelle est, à cet égard, l'influence des termes qui manquent dans l'équation.

» VIII. Lorsqu'il se forme un feston, l'*amplitude* OD et la *flèche maximum* BC de cette sorte de *trajectoire* dépendent de la valeur numérique du coefficient A_r et aussi des valeurs m et de r. Or, c'est aussi de la grandeur de cette flèche que dépendent les limites qui marquent le passage entre la réalité et l'imaginarité des racines, puisque c'est elle qui borne *sous ce rapport* le mouvement de transport horizontal de l'axe O_x, c'est-à-dire les valeurs du terme A_0 indépendant de x. On va voir que ces simples considérations de géométrie intuitive conduisent immédiatement aux conditions algébriques auxquelles les coefficients d'une équation trinôme, d'un degré quelconque, doivent satisfaire pour que l'équation ait le nombre maximum des racines réelles qu'elle puisse posséder.

» Soit, en effet, $x^m - px^r + q = 0$ l'équation proposée [1]. Si l'on pose

$$y = f(x) = x^m - px^r,$$

on trouve, par un calcul facile, pour l'expression de la flèche BC de l'un quelconque des festons dont il s'agit,

$$BC = \pm \frac{m-r}{m} p \sqrt[m-r]{\left(\frac{pr}{m}\right)^r}.$$

---

[1] Il n'y a pas lieu, comme le prouve l'examen du premier cas ci-dessus, de supposer que p soit positif, car il n'y a alors ni festons, ni par suite d'accroissement possible dans le nombre des racines réelles.

Si, pour abréger la notation, on écrit $n = m - r$, on tire de là pour les limites des valeurs de q qui correspondent à l'apparition du nombre maximum des racines réelles,

$$q < \frac{n}{m} p \sqrt[n]{\left(\frac{r}{m} p\right)^r}, \quad \text{d'où} \quad m^m q^n < n^n r^r p^m.$$

En particulier, si l'équation donnée est $x^5 - px^3 + q = 0$, on a, pour la condition de trois racines réelles,

$$5^5 . q^2 < 2^2 . 3^3 p^5 \quad \text{ou} \quad 3125 q^2 < 108 p^5.$$

Pour $x^5 - px + q = 0$, la condition est

$$3125 q^4 < 256 p^5;$$

enfin, pour $x^3 - px + q = 0$, on retrouve la condition bien connue

$$27 q^2 < 4 p^3,$$

et pour $x^2 - px + q$, on a

$$4q < p^2. \text{ »}$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur l'écrouissage et la variation de la limite d'élasticité;* par M. TRESCA.

« On considère jusqu'ici, dans la déformation des corps solides, deux périodes distinctes, relativement à leurs propriétés mécaniques. Dans nos travaux personnels sur l'écoulement des corps solides, nous avons même dû considérer, à la fin de la période d'altération de l'élasticité, une troisième manière d'être, géométriquement définie et comprise dans une période de fluidité, correspondant à la possibilité d'une déformation continue sous l'action constante des mêmes efforts. Cette condition particulière n'est réalisable que pour les matières très malléables ou plastiques, et l'on pouvait croire que son absence suffisait à caractériser tous les corps non malléables ou cassants, qui se rompent sans s'être très notablement déformés.

» Rien n'établissait cependant que ces corps fragiles eussent une période d'élasticité parfaite plus ou moins prolongée.

» Un certain nombre d'expériences de flexion, auxquelles nous venons de soumettre de longs prismes de pierre calcaire et de schiste ardoisier, sont tout à fait probantes à cet égard. Ces expériences montrent que les flexions restent proportionnelles aux charges jusqu'à la rupture, ce qui

constate que ces matériaux, grenus ou lamellaires, que l'on regarde comme se cassant facilement, n'ont pas à proprement parler de période d'élasticité imparfaite; les matières vitreuses sont certainement dans le même cas.

» On sait déjà que, pour l'acier dur ou même trempé, la période d'élasticité altérée est beaucoup moins grande que pour le fer, mais il n'est peut-être pas sans intérêt de rapprocher cette conclusion de celle qui a fait l'objet de la Note que nous avons présentée à l'Académie le 13 novembre 1871.

» Nous établissions dans ce travail que des rails d'acier ou de fer, après avoir conservé, par suite de l'altération de leur élasticité, une flèche permanente très marquée, étaient devenus en même temps parfaitement élastiques, jusqu'à la limite de charge à laquelle ils avaient été soumis une première fois. Pour certaines barres, le même résultat s'est renouvelé cinq fois de suite, et l'on peut ainsi étendre successivement leur période d'élasticité parfaite sans que le coefficient d'élasticité paraisse éprouver une modification appréciable.

» C'était là un fait très curieux et qui autoriserait presque à penser que, sous ce rapport au moins, les qualités du métal s'améliorent indéfiniment sous l'action de charges toujours croissantes, si en même temps il ne se produisait un certain écrouissage sur lequel nous aurons à revenir. Nous voyons aujourd'hui que cette propriété les rapproche manifestement des corps non malléables et cassants, et qu'il faudrait bien se garder, par conséquent, de recourir à ce procédé pour élargir la période élastique des matériaux employés dans les constructions.

» Une autre conséquence découle encore de ce rapprochement. Certains auteurs, tout au moins pour diverses matières, fixent la charge pratique, à aquelle ils peuvent être soumis dans les constructions, au dixième de la charge de rupture, et il ne faut plus s'étonner maintenant que ce soit cette charge de rupture qui serve alors de base aux applications, puisque ces matériaux ne paraissent pas présenter de vraie limite d'élasticité.

» Pour les métaux auxquels il est de règle chez nos ingénieurs de ne pas dépasser une charge supérieure à la moitié environ de la charge qui correspond à la limite naturelle d'élasticité, on comprendrait aussi que, s'ils peuvent s'aigrir sous la charge, on se base également, comme on le fait généralement en Angleterre, d'après la limite à laquelle la rupture devrait se produire. Les deux méthodes, en apparence si différentes, ne conduiraient-elles pas à des résultats identiques, si l'on prenait en considération la limite,

élargie au maximum, de l'élasticité parfaite, limite que l'on obtiendrait artificiellement en soumettant au préalable la matière à des charges successives et voisines de celles qui détermineraient la rupture?

» Enfin ne peut-on voir dans ces considérations la démonstration des dangers que l'on crée en soumettant préalablement nos chaudières à des épreuves exagérées, ayant sans aucun doute pour effet de rendre la tôle plus aigre et plus apte à une rupture brusque?

» Ces vues ne sont certainement pas nouvelles de tous points, mais il nous semble que cette délimitation mieux définie entre la malléabilité et la fragilité ne devait pas rester inaperçue; elle est peut-être destinée à servir de base à une classification plus méthodique des propriétés physiques de nos matériaux de construction. En tout cas, elle ouvre la voie des expériences à faire sur l'écrouissage, qui n'avait été envisagé jusqu'ici que comme un résultat non mesurable et imparfaitement défini.

» Dans les essais à la traction sur les métaux et bien avant la rupture, on remarque, sur une certaine zone, un allongement excessif, anormal, une sorte de striction qui ne cessera de se prolonger et au milieu de laquelle se produira définitivement la rupture.

» L'amincissement local ainsi produit peut être dû à la moindre différence d'homogénéité et, quand il s'est manifesté sur un point, en lequel la section transversale se trouve diminuée, cette diminution même y rend l'action de la charge extérieure de plus en plus prépondérante.

» On exige maintenant que, pour certains emplois, les fers et les aciers, ordinairement préparés en barreaux d'épreuve de $0^{m},20$ de longueur, subissent, dans ces conditions, un allongement de tant pour cent sur leur longueur, mais cet allongement ne peut vraiment être alors considéré comme proportionnel à la longueur de la pièce; il est essentiellement local, et il conserverait absolument la même valeur absolue, si le barreau était plus court ou plus long. La vraie mesure de l'effet produit devrait être donnée, non pas d'après un allongement dit proportionnel, dont l'évaluation est absolument fictive, mais d'après la réduction de la section de rupture, s'il était facile de la mesurer avec une exactitude suffisante et de caractériser en même temps sa dureté.

» Toujours est-il que cette portion de métal n'est plus alors dans le même état qu'à l'origine : elle s'est écrouie d'une manière notable et a perdu presque complètement sa malléabilité première.

» La détermination de la résistance à la rupture n'a pas encore été affranchie de toutes les circonstances accessoires qui peuvent ainsi influer

sur les résultats; mais on sait très bien qu'une pièce écrouie se brise beaucoup plus facilement qu'une autre, et c'est particulièrement sous ce rapport que ses propriétés sont profondément altérées.

» La trempe est un effet du même ordre, poussé à l'extrême, qui n'est à peu près réalisable que sur l'acier, sous l'action d'un brusque refroidissement, et cette modification singulière se détruit, comme l'écrouissage, par un recuit convenable.

» Il y a évidemment une corrélation entre ces deux états analogues, qui disparaissent par le même procédé du recuit, et il importe par conséquent d'examiner l'influence de ce recuit, qui produit sur tous les métaux le même effet et qui, après un écrouissage même très énergique, semble les ramener exactement dans leurs conditions primitives.

» C'est particulièrement à l'aide de ce recuit, renouvelé autant de fois qu'il est nécessaire, que l'on parvient, par des étirages successifs, effectués souvent à la température ambiante, à modifier certaines dimensions d'une pièce de métal dans une proportion excessive.

» L'état d'écrouissage serait ainsi caractérisé par le prolongement d'actions supérieures à celles qui correspondent à la limite d'élasticité et donnerait lieu, pour toute déformation plus prolongée, à une véritable modification moléculaire, que le recuit peut faire disparaître.

» On comprend que la succession plus ou moins rapide des efforts exercés du dehors puisse varier dans ses effets, pour cette période intermédiaire, et c'est ce qui expliquerait les grandes différences que l'on peut remarquer dans l'évaluation du travail de désagrégation ou dans ce que l'on est convenu d'appeler la résistance vive de rupture.

» Au point de vue mécanique, les actions extérieures ne sont donc pas seulement caractérisées par la constance du coefficient d'élasticité, pendant la période d'élasticité parfaite, mais encore, et au delà, par l'état moléculaire, transitoire ou permanent, auquel la matière a été amenée.

» Les corps malléables subiraient presque tous, le plomb lui-même dans une moindre mesure, l'écrouissage qui, en leur conservant le même coefficient d'élasticité, peut prolonger notablement la nouvelle période élastique, et ils diffèrent des corps cassants en ce que, pour ceux-ci, l'élasticité reste à peu près parfaite jusqu'à la rupture, alors qu'on n'avait jusqu'ici considéré chez eux aucune période de parfaite élasticité.

» *Résultats numériques.* — Nous ne terminerons pas ces considérations sans faire connaître pour quelques matières les coefficients d'élasticité et

les charges de rupture qui n'avaient pas encore été déterminés et qui résultent de nos expériences à la flexion :

Désignation des matières.	Coefficient d'élasticité E.	Charge de rupture par millimètre carré R.
Banc royal de Saint-Maximin	1,0948	0,2795
Calcaire d'Euville	2,1716	0,3589
Calcaire de Poissy	3,3935	1,2102
Ardoise de la Villate	10,0690	5,6345

» Ces chiffres résultent chacun de plusieurs expériences dont la concordance a été très satisfaisante, si ce n'est pour le calcaire d'Euville.

» Les deux coefficients suivent le même ordre, mais ils sont loin d'être proportionnels pour les diverses matières.

» Il serait à désirer que l'on pût connaître un plus grand nombre de ces coefficients, déduits d'expériences sur la flexion, qui sont assurément les seules dont les résultats ne donnent lieu à aucune incertitude.

» Nous serons prochainement en mesure de donner, pour ces quatre natures de pierres, le Tableau complet de leur résistance à la rupture, suivant que nous avons opéré par flexion, par compression ou par traction. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la végétation; études sur la formation des azotates; méthodes d'analyse;* par MM. **Berthelot** et **G. André**.

« La présence des azotates dans le règne végétal est, pour ainsi dire, universelle [1], et elle résulte d'une fonction spéciale, exercée principalement dans la tige; mais l'étude de la formation des azotates dans une plante exige l'étude complète de sa vie pendant une période annuelle; car la vie repose sur un ensemble de fonctions, et l'on ne peut examiner séparément l'une de celles-ci, sans définir, au moins d'une manière générale, ses relations avec le tout dont elle fait partie. C'est ainsi que nous avons été conduits à faire l'analyse totale de la plante et à en établir en quelque sorte l'équation chimique pendant son développement, à partir de la graine qui l'engendre, jusqu'à sa fructification et la reproduction de la graine elle-même. Nous avons fait en même temps des expériences proprement dites, destinées à varier les conditions physiologiques de l'évolution végétale. Dix espèces botaniques ont été étudiées de cette manière,

[1] *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1506.

pendant la saison de 1883, d'une façon méthodique et comparative. Voici comment les analyses ont été dirigées :

» La plante, arrachée du sol tout entière, est pesée et aussitôt partagée en ses diverses parties : racines, tige, feuilles, dans tous les cas, et en outre, s'il y a lieu : radicelles, fleurs, pétioles et grosses nervures, lesquelles sont pesées séparément. Ce partage doit être exécuté immédiatement après que la plante a été tirée de terre et sans attendre un commencement de dessiccation; celle-ci pouvant avoir pour effet de changer la répartition relative des matières solubles, et spécialement celle des azotates, entre les diverses parties de la plante, suivant que l'évaporation, plus ou moins active dans telle ou telle région, y amène les sucs des végétaux en plus ou moins grande abondance.

» Chaque partie de la plante ainsi isolée (ou plus exactement une fraction définie de chaque partie) est séchée à l'étuve à 110°, de façon à déterminer les quantités relatives d'*eau* et de *matière fixe*.

» On en incinère une fraction déterminée et l'on détermine le poids total de la *cendre*, le poids de la *cendre insoluble* dans l'eau pure et le poids de la cendre soluble, laquelle se confond pour les plantes étudiées par nous avec le *carbonate de potasse*.

» Une autre fraction de la plante séchée sert à déterminer l'*azote*, sous forme d'ammoniaque, au moyen de la chaux sodée. Mais ce dosage ne présente un sens défini que pour les parties de plantes renfermant seulement de très petites quantités d'azotates. Lorsque ceux-ci existent en dose notable, une partie de leur azote est changée en ammoniaque pendant le traitement par la chaux sodée et l'analyse est sans valeur.

» Dans ce cas, il nous importe surtout de connaître les rapports entre l'azote de l'azotate et l'azote des principes albuminoïdes. Pour y parvenir, au moins d'une manière approchée, nous traitons la matière végétale séchée à l'air libre par de l'alcool à 60 centièmes, lequel dissout les azotates et coagule les albuminoïdes. La partie dissoute est évaporée au bain-marie et l'on y détermine : d'une part, le poids de la matière soluble (séchée à 110°), c'est ce que nous appellerons l'*extrait* hydroalcoolique; d'autre part, on mesure le volume et, par suite, le poids du bioxyde d'azote fourni par cet extrait, à l'aide du procédé Schlœsing : ce bioxyde dérive des azotates et les caractérise.

» En admettant que ceux-ci ne renferment qu'un seul métal, ce qui est vrai, très approximativement, pour les plantes étudiées par nous, on conclut de son poids celui de l'*azotate de potasse*.

» Reste la partie insoluble dans l'alcool aqueux; on la dessèche, et l'on y dose l'azote sous forme d'ammoniaque par la chaux sodée. Nous avons admis que cet azote dérivait des principes albuminoïdes, tant insolubles que solubles, contenus dans la plante primitive. Le poids de cet azote, multiplié par 6, fournit dès lors, très sensiblement, le poids des *albuminoïdes;* celui-ci est d'ailleurs moindre que le poids des principes azotés contenus dans le végétal, tels que les alcaloïdes, dans le cas du Tabac et des Solanées, ou bien encore les peptones, dissoutes par l'alcool aqueux. Mais nous n'avons trouvé aucune méthode exacte et générale pour évaluer ces derniers principes, d'ailleurs mal connus et mal définis dans la plupart des cas.

» Nos conclusions relatives à la répartition de l'azote entre les azotates et les albuminoïdes ne seraient point d'ailleurs modifiées sensiblement par l'intervention des autres principes azotés : comme le montre le dosage total sur la plante brute, au moyen de la chaux sodée, lequel fournit au moins une limite supérieure pour ces derniers principes.

» Les données précédentes étant obtenues pour chacune des parties de la plante, il suffit de multiplier ces données par le poids relatif de la partie végétale correspondante et de faire la somme des résultats, pour rapporter ceux-ci à la plante entière.

» Pour établir l'équation totale de celle-ci, voici comment on procède :

» Le poids total de chaque partie étant donné, on additionne le poids des principes albuminoïdes;

» Le poids du carbonate de potasse (regardé comme équivalent à celui de l'azotate initial et des sels organiques à base de potasse, ce qui est une évaluation trop faible);

» Le poids des cendres insolubles;

» Enfin le poids de l'extrait hydroalcoolique (ce poids est trop fort, à cause de la présence des sels de potasse solubles : mais le potassium se trouvant aussi en partie dans la matière insoluble, il n'a pas été possible de séparer ces deux ordres de sels, et l'on a admis la compensation).

» La somme de ces diverses matières, retranchée du poids total de la partie du végétal sur laquelle on opère, fournit approximativement le poids en bloc du ligneux et des hydrates de carbone insolubles [1].

---

[1] Le poids du carbonate de potasse étant moindre que celui des sels de potasse initials, le poids du ligneux est accru de la différence; mais, par contre, le poids de l'extrait devrait être diminué de celui des sels solubles, ce qui fait compensation.

» Le procédé de calcul qui vient d'être décrit, sans être tout à fait rigoureux, permet cependant des comparaisons essentielles et que l'on ne saurait atteindre autrement.

» On obtient ainsi, en définitive, une équation approximative de chaque partie du végétal et même du végétal entier, et l'on peut comparer la répartition des différentes matières dans chaque portion du végétal, celle des azotates en particulier, aux diverses périodes de la végétation.

» Précisons ces renseignements par un exemple numérique.

» Le 12 juin 1883, on a récolté 4 pieds de Bourrache : leur poids total à l'état humide était égal à $98^{gr},036$; soit $24^{gr},509$ pour un seul pied humide. A l'état sec, ce dernier poids s'est réduit à $2^{gr},1267$, ainsi répartis :

	gr	
Feuilles	0,8239	38,75
Tiges et pétioles	0,3663	17,2
Fleurs	0,3052	14,35
Racines	0,5352	25,2
Radicelles	0,0962	4,5
	2,1268	100,0

» L'analyse de ces diverses parties a fourni :

	Feuilles.		Tiges.		Fleurs.		Racines.		Radicelles.		Plante totale.	
	Poids absolu. gr.		Poids absolu. gr.		Poids absolu. gr.		Poids absolu. gr.		Poids absolu. gr.		Poids absolu. gr.	
Albuminoïdes	0,191	23,1	0,0235	6,5	0,056	18,8	0,034	6,6	0,005	5,2	0,309	14,7
Carbonate K	0,063	7,9	0,057	15,9	0,015	5,0	0,059	11,7	(0,011 env.)	»	0,204	9,6
Cendres insolubles	0,091	11,0	0,019	5,4	0,021	6,8	0,037	7,0	(0,008 env.)	»	0,176	8,3
Extrait	0,098	11,8	0,155	42,2	0,044	14,7	0,137	25,7	0,014	14,6	0,448	21,1
Ligneux et divers	0,381	46,2	0,112	30,0	0,169	54,7	0,268	49,0	(0,058 env.)	»	0,989	46,3
	0,824	100,0	0,3665	100,0	0,305	100,0	0,535	100,0	0,096	100,0	2,126	100,0
Azotate K	0,00735	0,9	0,037	10,1	nul	»	0,0416	7,9	0,00203	2,2	0,0877	4,2

» On voit combien sont nombreuses les analyses exécutées dans le cours de nos études.

» La Bourrache seule, par exemple, examinée pendant le cours de sa végétation, a exigé dix analyses complètes, pareilles à celle dont nous venons de donner les Tableaux.

» Nos études ont porté sur les espèces ou variétés suivantes :

» *Amarantus melancolicus ruber, Amarantus caudatus, Amarantus bicolor, Amarantus giganteus, Amarantus pyramidalis, Amarantus nanus, Célosie panachée, Borrago officinalis*, sans préjudice de diverses autres, examinées d'une façon moins systématique.

» Pour chacune des espèces principales, nous avons exécuté l'analyse complète de la plante et de ses parties, dans les conditions suivantes :

» 1° Graine; 2° plantule aux débuts de la germination; 3° dans certains cas, où la germination a été opérée sous châssis, petite plante au moment du repiquage; 4° plante avant la floraison; 5° plante en pleine floraison; 6° et 7° plante pendant la fructification; 8° plante au moment où elle commence à se dessécher sur pied.

» Diverses expériences ont été faites, en outre, telles que la dessiccation de la plante sur pied, la suppression des inflorescences, etc., afin d'examiner l'influence de conditions spéciales sur le développement des azotates et sur celui des parties de la plante. »

ASTRONOMIE. — *Sur les mesures en Astronomie.* Lettre de M. **A. d'Abbadie** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Mon absence de Paris m'ayant empêché de siéger dans la Commission du Congrès de Washington, permettez-moi de dire à l'Académie ce que je pense sur le choix d'un méridien zéro ou maître méridien.

» La France est la première nation qui se soit préoccupée de cette grave question. Il y a deux siècles et demi, le roi Louis XIII convoqua à cet effet un Congrès spécial qui siégea à l'Arsenal.

» Écartant toute prévention nationale et songeant surtout à comprendre l'Europe entière sous des longitudes de même signe, ce Congrès choisit pour maître méridien celui de l'île de Fer.

» Une difficulté pratique empêcha les marins de s'en servir. On ne connaissait pas sa différence de longitude avec les observations existant alors en Europe : malgré les soins des savants éminents qui allèrent la déterminer, il restait une incertitude fâcheuse, due à l'état, si imparfait alors, des Tables de la Lune, et peu à peu chacun préféra prendre pour maître méridien celui de l'observatoire principal de sa patrie.

» L'idée mère du Congrès de 1634 me paraît devoir présider à notre choix d'aujourd'hui. Pour éviter les changements de signe dans un même pays habité, ce qui est fâcheux surtout lorsqu'il s'agit de longitudes admises comme absolues, il est préférable de faire passer le maître méridien au milieu de l'Océan dans la majeure partie de son parcours. Comme l'Atlantique touche à l'Amérique et à l'Europe, et que ses deux rivages ont les astronomes les plus éminents, cet Océan s'impose à notre choix, et

par son voisinage, et par les nombreux moyens de contrôle qu'il nous offre.

» Comme les Açores se rattachent à l'ancien monde bien plus qu'à l'Amérique, c'est donc au rivage occidental de l'île Flores qu'il conviendrait de placer le maître méridien, ou bien son anti-méridien, si l'on se décide pour ce dernier, qui, dans tous les cas, devrait servir de limite au changement de date sur les navires qui font le tour du monde.

» Le télégraphe électrique permettrait de fixer avec la dernière précision la longitude de Flores. A cet effet, on relierait cette île à l'Europe au moyen d'un câble, dont les frais seraient couverts et au delà par les économies réalisées à la suite des prévisions de tempêtes. Les météorologistes d'Amérique nous signalent avec un soin admirable toutes celles qui naissent chez eux; mais il y en a d'autres qui commencent sur l'Atlantique, et l'on regrette de ne pouvoir se faire prévenir par les avis des Açores. Un modeste observatoire météorologique y remplirait une grave lacune, si l'on pouvait transmettre promptement aux rivages occidentaux de l'Europe les temps exacts et les divers détails des orages et des cyclones qu'on y aurait constatés. Un calcul supplémentaire permettrait de rattacher à ce méridien les époques fixes des éphémérides; on les ferait toutes pour ce maître méridien.

» A cette innovation, on ferait bien de joindre l'usage exclusif du temps civil où le jour commence à minuit. Le temps astronomique, qui débute au contraire à midi, est une complication sans avantage et qui a déjà causé de nombreuses incertitudes ou même des fautes notables dans le calcul des réductions.

» Puisqu'il s'agit de mesures, je voudrais dire un mot de l'usage, qu'on commence à abandonner aujourd'hui, de désigner en pouces les diamètres des objectifs astronomiques.

» Outre le vague qui s'attache aux nombres ronds d'une unité aussi grande, on ignore souvent de quel pouce on veut parler. Cette dernière raison a empêché un astronome de publier, par grandeurs décroissantes, une liste des grands objectifs usités en divers observatoires. Au lieu de mentionner en pouces les dimensions des disques de verre employés, ce qui n'est utile qu'aux opticiens, il vaut mieux préciser en donnant l'ouverture réelle de l'objectif en millimètres. Cette unité est plus petite, plus exacte par conséquent, et a le grand avantage de porter sa définition dans son nom.

» Un autre genre de mesures demande aussi quelques remarques : pour énoncer les énormes distances du système solaire, on se sert souvent de

milles ou de lieues comme unités, sans faire attention que ces termes s'appliquent à des grandeurs très différentes. On a, en effet, le *mile* anglais de 1609^{m}, le *meile* allemand, qui en a 7470, sans parler du *mille* marin, qui est variable. Le terme *lieue* comporte la même incertitude, car il y a la *lieue* marine, la *lieue* de 25 au degré, et d'autres encore. Comme je demandais à un savant de quelle lieue on parlait, il me dit qu'il s'agissait de la lieue de poste de 4000^{m}. C'est là une mesure non légale, créée par la fantaisie d'un Ministre de Louis XVIII, et qui devrait être bannie de l'enseignement scientifique. L'Annuaire des marées l'appelle avec raison une *mesure bâtarde*. Le système métrique est dû à un congrès provoqué par la France et a fait le tour du monde. Comment pouvons-nous espérer qu'il soit adopté officiellement, et non permis seulement comme aujourd'hui, par l'Angleterre et l'Amérique du Nord, quand nous manquons, en employant des lieues, à la règle essentielle de ce système, qui admet uniquement les facteurs et les multiples de dix?

On a évalué en millions de milles ou de lieues la distance de la Terre au Soleil : il serait moins étrange d'énoncer en millimètres les dimensions du palais de l'Institut, car une erreur d'une de ces unités sur la longueur de sa façade ne ferait que $\frac{1}{140000}$ environ du tout, tandis que les méthodes géométriques n'ont pas encore réussi à donner la distance de la Terre au Soleil avec une incertitude inférieure à un centième. Les milles et les lieues sont donc des unités trop petites pour les espaces célestes. Il serait plus convenable d'employer à cet effet l'étendue des 10000^{km} qui comprennent le quart d'un méridien terrestre. Pour en abréger l'énoncé, on pourrait l'appeler *mégiste* (*μέγιστον*), comme étant la plus grande étendue dont la majeure partie ait été mesurée directement. Au lieu de professer, par exemple, que la distance de la Terre au Soleil est comprise entre 37745600 et 36500400 lieues, on arriverait plus simplement au même but en disant qu'elle est de 14000 à 15000 *mégistes*. »

M. P. **Duchartre** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de la 3e édition des « Éléments de Botanique » qu'il vient de publier.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de deux Membres pour la vérification des comptes de l'année 1883.

MM. Chevreul, Rolland réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Sphincters des embouchures des veines caves et cardiaques. Occlusion hermétique pendant la présystole.* Note de M. P. Durozicz.

« Les veines caves et cardiaques sont fermées pendant la présystole; le sang ne peut pas rétrocéder. Partout où un liquide doit progresser, il rencontre derrière lui des valvules, des sphincters qui s'opposent à sa rétrocession.

» L'idée de sphincters des veines caves, formulée pendant le siècle dernier par Duverney et Sénac, a été abandonnée. Nous reprenons la tradition, en y ajoutant quelques développements. Outre l'éperon décrit par Hygmor et Lower, nous admettons trois sphincters étagés : un supérieur, fermant la veine cave supérieure; un médian, pour la membrane ovale et la veine cave inférieure; un inférieur, pour la veine cardiaque. Si l'on ampute l'auricule droite pour se ménager une fenêtre d'observation, on aperçoit, dans le fond, trois boutonnières étagées qui étreignent les trois orifices. L'organisation de ces trois boutonnières varie en raison de leur service.

» Pour la veine cave supérieure, ce sont des fibres circulaires et longitudinales, doublées parfois d'une valvule sigmoïdale; la partie inférieure du sphincter est commune au sphincter supérieur et au sphincter médian : c'est cette partie qui a été décrite par Hygmor et par Lower, sous le nom d'*éperon* et de *promontoire*.

» Pour la veine cave inférieure, un agencement efficace est indispensable. Chez le fœtus, le sang de la veine cave inférieure se rend dans l'oreillette gauche par une sorte de canal que nous retrouvons chez l'adulte, derrière notre boutonnière médiane; cette boutonnière est formée en bas par la valvule d'Eustachi, de côté par l'anneau de Vieussens qui encadre la

fenêtre ovale, en haut par le muscle mitoyen, entre les deux sphincters supérieur et médian, promontoire de Lower. Si l'on écarte les bords de la boutonnière, on aperçoit dans le fond la veine cave inférieure et la membrane ovale. Si l'on tire la boutonnière par ses extrémités, veine cave inférieure et membrane ovale disparaissent; il y a occlusion complète.

» Un troisième sphincter existe pour la veine cardiaque incomplètement fermée par la valvule de Thiberius; la valvule d'Eustachi en forme la partie supérieure.

» On ne peut pas admettre une contexture aussi compliquée que celle de l'oreillette droite aboutissant à l'insuffisance.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'inégalité de distribution de la température du Soleil, selon les latitudes et l'activité de la photosphère.* Note du P. LAMEY.

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

« Dans une Note récente, publiée dans les *Comptes rendus* du 2 juin dernier, M. Hirn a exposé une méthode pour calculer, avec une rigueur plus grande qu'on ne l'avait obtenue jusqu'à ce jour, la température des parties du Soleil inférieures à la photosphère; cette méthode ingénieuse consiste à appliquer aux protubérances la formule de Thermodynamique relative à la loi de l'écoulement des gaz. Or cette application ouvre la porte à la discussion d'une foule de phénomènes intéressants, désormais comparables entre eux et susceptibles par conséquent de s'expliquer mutuellement. En voici quelques exemples :

» *a.* On sait que la hauteur moyenne des protubérances varie avec la latitude, pour une même époque d'activité solaire. Or la susdite formule nous permet de calculer immédiatement la différence de température entre deux latitudes données, en posant la double équation $\frac{V}{V'} = \frac{T}{T'} = \frac{H}{H'}$, où V et V', T et T', H et H' expriment les vitesses d'écoulement, les températures et les hauteurs des jets à deux latitudes déterminées. En prenant, par exemple, la hauteur moyenne des protubérances observées en 1871 par le P. Secchi, du 23 avril au 18 juin, je trouve, pour les latitudes nord de 85°

et 35°, le rapport $\frac{H}{H'} = \frac{685}{969} = 0,706$; ce chiffre représente aussi le rapport des températures $\frac{T}{T'}$.

» Si nous faisons $T' = 2\,200\,000°$, qui est le chiffre calculé par M. Hirn, nous aurons pour différence $T' - T = 2200000(1 - 0,706) = 646800°$. Une pareille différence doit nécessairement entraîner une rupture d'équilibre; par suite, l'existence d'un courant, allant de la zone équatoriale vers les régions polaires, devient d'une rigoureuse nécessité. Or ce mouvement des taches en latitude et l'inclinaison générale des protubérances nous autorisent depuis longtemps à affirmer l'existence de ce courant, dont la cause immédiate se trouve ainsi expliquée.

» *b*. En comparant la température dans les deux hémisphères, le P. Secchi a constaté qu'elle était, en 1852, plus élevée dans le nord que dans le sud. Les protubérances n'étaient pas journellement observées à cette époque, mais en prenant les observations de 1874, époque analogue comme activité à celle de 1852, nous constatons, pour la hauteur moyenne des protubérances, un excès en faveur de l'hémisphère boréal, ce qui confirme le fait constaté en 1852. Tout récemment on a émis l'opinion que le P. Secchi s'était trompé, parce que M. Langley, en reprenant ces recherches en 1875 et 1876, n'a pas trouvé une telle différence. Mais le calcul de la température par les protubérances permet de constater la parfaite vraisemblance des deux résultats; la température aurait été, pour la première époque, de 110000° supérieure pour l'hémisphère nord; tandis que, pour la seconde époque (première moitié de 1875), c'était l'hémisphère sud qui présentait un excès de température, mais moitié moindre, de 40 000° environ.

» *c*. Dans ces recherches de 1852, le P. Secchi trouvait que la température de l'équateur solaire dépassait d'environ $\frac{1}{16}$ celle des régions situées au delà du 30e degré de latitude. Cela donnait une différence de 145 000°, tandis qu'en se basant sur la hauteur des protubérances, l'excès de température serait au contraire pour le 30e parallèle et se chiffrerait par 171000°. Mais cette discordance s'explique facilement, si l'on considère : 1° que la zone équatoriale, située entre les deux foyers de chaleur, qui émanent des 30es parallèles nord et sud, doit se refroidir plus lentement que les régions polaires, où la température est du reste beaucoup moindre; 2° que les courants descendant des 30es parallèles vers l'équateur sont animés

d'une grande vitesse, et doivent, en se choquant sur la ligne de démarcation du nord et du sud, amener une transformation notable de mouvement en chaleur. Cet excès de température équatoriale devrait donc être attribuée à la chaleur qui reste emmagasinée dans la chromosphère, le calcul par les protubérances ne donnant d'ailleurs que la température des points situés au-dessous de la surface photosphérique.

» *d.* Les physiciens astronomes ont beaucoup discuté, dans ces derniers temps, pour savoir à quelle cause attribuer l'élargissement des raies spectrales, des taches et des protubérances, la pression et la température étant les deux facteurs mis en cause. De récentes recherches de M. Fievez, de l'Observatoire de Bruxelles, établissent que la pression est sans influence directe sur cet élargissement, mais qu'il est corrélatif de la température. Il est à souhaiter que des expériences de laboratoire puissent bientôt nous faire connaître les lois de cette corrélation, c'est-à-dire comment l'élargissement des raies varie en fonction de la température. Nous aurions alors deux méthodes de détermination de la température solaire, et la comparaison des résultats pourrait nous faire juger du degré d'approximation de chacune d'elles. Mais, dès maintenant, l'étude et la recherche des lois de distribution en latitude héliographique des raies spectrales, de leur élargissement et de leur renversement, pourraient faire avancer d'un pas notre connaissance des isothermes solaires et enrichir aussi la *climatologie* de notre astre central. »

M. **Balland** adresse une suite à ses Communications précédentes sur les farines.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. **Longuet** adresse, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire intitulé « Études statistiques sur le recrutement dans l'Isère ».

(Renvoi à la Commission du Concours de Statistique.)

M. **Gérard**, M. **Moura**, M. **N. Larisch** adressent diverses Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. **Pasteur** donne lecture d'une Lettre par laquelle M. le Chargé d'affaires du Brésil l'informe que S. M. l'Empereur du Brésil, notre Associé étranger, met à la disposition de l'Académie une somme de 1000^{fr}, pour sa souscription personnelle au monument à élever à *J.-B. Dumas*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, une brochure de M. *Aug. Anastasi*, portant pour titre : « Nicolas Leblanc, sa vie, ses travaux, et l'histoire de la soude artificielle ».

M. **E.-J. Maumené** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Chimie, par le décès de M. *Wurtz*.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (239) *Palisa, faites à l'Observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. **G. Bigourdan**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1884.	Étoiles de comparaison.		Grandeurs.	Ascens. droite (239) — ★.	Déclinaison (239) — ★.
				m s	′ ″
Août 20........	*a*	Anonyme.	10	+0.10,92	+3.53,3
21........	*b*	Id.	11	+0.24,73	+0.46,6
22........	*c*	Id.	11	+0. 8,67	+0. 1,1
23........	*d*	Id.	9,5	−0.14,37	+2.19,8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1884.	Étoiles de comp.	Ascension droite moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 20....	*a*	22. 7.39,89	+3,61	−5.47.53,2	+24,6	Rapportées à l'étoile *e* = 43467 Lal.
21....	*b*	22. 6.38,45	+3,61	−5.51.48,8	+24,6	
22....	*c*	22. 6.11,85	+3,62	−5.57.25,0	+24,7	
25....	*d*	22. 5.50,71	+3,63	−6. 6.19,9	+24,7	
	e	22.11. 3,13	»	−5.57.58,7	»	4 obs. mérid. Paris.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Août 20...	11.50.56	22. 7.54,42	$\bar{2}$,490*n*	−5.43.35,3	0,856	12:12
21...	13.38.58	22. 7. 6,79	$\bar{1}$,197	−5.50.37,6	0,854	12:12
22...	12.51.58	22. 6.24,14	$\bar{2}$,948	−5.56.59,2	0,856	12:12
23...	12.34.12	22. 5.39,97	$\bar{2}$,825	−6. 3.35,4	0,858	12:12

» *Remarque.* — Août 20 : la planète est de 13[e] grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard et de la nouvelle planète* (238) *Palisa;* par M. **Perrotin.** (Présenté par M. Faye.)

« Il est assez difficile de se faire une idée de la forme de la comète. C'est une nébulosité mal définie, de 1′30″ de diamètre à peu près, dont le noyau est composé de granulations de faible éclat.

» J'ai cru, par moments, lui reconnaître la forme en éventail, mais je n'en suis pas encore assez sûr pour pouvoir l'affirmer.

» Comme la comète monte au-dessus de l'horizon, et bien qu'elle diminue d'éclat, en réalité, j'espère continuer mes observations avec plus de fruit, cette semaine. J'en ferai également l'analyse au spectroscope à la première occasion favorable, et, s'il y a lieu, je m'empresserai de vous communiquer le résultat de mes études.

Dates. 1884.	Étoiles.	Temps moyen de Nice.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. par.	Distance polaire apparente.	Log. fact. par.	Nombre de comp.	Observateur.
		h m s	h m s		° ′ ″			
Août 16...	☄ 1	8.41.36	17.16.52,90	+$\bar{1}$,164	126.22. 0,5	−0,937	7	Perrotin.
17...	☄ 2	8.39.53	17.20.43,28	+$\bar{1}$,176	126.15.18,1	−0,935	6	id
18...	☄ 2	8.36.43	17.24.35,67	+$\bar{1}$,158	126. 8.26,3	−0,935	5	id.
21...	(238) 3	11.29.19	22. 7.11,33	−$\bar{2}$,822	95.49.52,4	−0,831	7	Charlois.
22...	(238) 3	11.49.37	22. 6.26,69	−$\bar{2}$,285	95.56.34,6	−0,831	10	id.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1884,0.

Étoiles.	Nom.	Autorité.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1...	7299 Lacaille.	Stone.	17.21. 5,13	+3,87	126.40.47,3	− 1,2
2...	Anonyme.	6 comp. avec 7299 Lac.	17.19.57,54	+3,84 +3,81	126.25.26,4	− 1,1 − 1,1
3...	144 Verseau.	Lamont.	22.11. 3,23	+3,61 +3,61	95.57.56,5	−24,6 −24,7

ASTRONOMIE. — *Sur l'heure universelle.* Note de M. **Caspari**, présentée par M. Faye.

« Nous trouvons, dans les *Comptes rendus de la septième conférence de l'Association géodésique internationale* (Rome, octobre 1883), la formule pour passer du temps local au temps universel

$$\text{temps universel} = \text{temps local} - (12^h + \text{longitude})$$

(la longitude comptée vers l'est, de o à 24^h).

» M. Faye a fait voir qu'en calculant ainsi l'heure universelle en fonction des heures locales de deux points situés l'un à l'est, l'autre à l'ouest du premier méridien, la première date universelle obtenue est en retard d'un jour sur l'autre.

» Ce résultat tient à ce qu'on a voulu concilier le temps astronomique et le temps civil, le premier ayant son origine sur le méridien initial, le second sur le minuit de l'anti-méridien. Or la nature de la question laisse précisément indéterminée la date de l'anti-méridien, celle du premier méridien étant donnée.

» Soit, par exemple, le premier méridien Paris : date août 25 — o (midi).

» En allant continûment vers l'est, nous trouvons successivement pour cet instant physique

$$\text{août } 25 \text{ plus } 1^h \ldots \text{ plus } 2^h \text{ jusqu'à } 12^h \text{ sous l'anti-méridien.}$$

» En allant au contraire continûment vers l'ouest, où le 25 août astronomique local n'est pas commencé au même instant, on trouve

$$\text{août } 25 \text{ moins } 1^h \ldots \text{ moins } 2^h, \text{ moins } 12^h \text{ sous l'anti-méridien.}$$

» Nous trouvons donc, selon le sens de la numération, les dates

$$\text{août } 24 + 12^h \quad \text{et} \quad \text{août } 25 + 12^h.$$

» Il faut de toute nécessité que l'origine des dates universelles soit comptée de l'heure o du méridien initial, en ne considérant que le *demi*-méridien et faisant abstraction de son prolongement dans l'hémisphère opposé.

» Si l'on veut établir une formule pratique, il faut d'abord se conformer aux usages du *public* en comptant l'heure o à minuit. Les astronomes sont assez familiarisés avec le calcul pour n'y pas trouver de difficultés, en admettant même qu'ils conservent pour origine le midi moyen.

» Il faut ensuite admettre comme postulatum que l'instant o de l'heure universelle, point de départ du premier méridien, est en avance sur le temps local des autres méridiens. Il est rationnel d'admettre qu'aucun point ne doit être en avance de date sur le temps universel. De cette manière, on se rapproche le plus des conventions astronomiques d'après lesquelles, une quantité étant considérée comme normale (ici le temps universel), et une autre étant donnée par l'observation (ici le temps local), la quantité normale doit être donnée par l'*addition* d'une correction à la quantité observée; et pour atteindre le maximum de simplicité, cette correction ne doit pas avoir de signe, c'est-à-dire qu'elle est toujours positive, ce qui est conforme à la notion vulgaire du mot *addition*.

» Sans doute on pourrait faire d'autres conventions également susceptibles de donner des résultats exacts, mais il est clair aussi que la meilleure de toutes est celle qui fausse le moins le sens vulgaire des mots.

» Enfin, puisque les notions élémentaires sont la date, l'heure et la longitude, il convient de s'arranger de telle manière que cette dernière soit précisément, en grandeur et en signe, la correction de l'heure locale pour avoir l'heure universelle.

» On obtiendra ce résultat en comptant l'heure universelle du minuit, ou o du méridien initial, et en comptant les longitudes d'une façon continue de 0^h à 24^h, en allant de l'est vers l'ouest, c'est-à-dire dans le sens du mouvement apparent de la sphère, ce qui fournit un bon moyen mnémonique.

» Soit en effet n la date du premier méridien, à l'origine du jour universel le temps universel $= n, 0^h$. Si l'on compte les longitudes vers l'ouest, le temps d'un lieu de longitude L sera

$$(n-1) + 24^h - L = n - L.$$

» A l'heure t du méridien initial, on aura

$$\text{temps universel} = M = n + t,$$

et au point de longitude L

$$\text{temps local} = M' = n - L + t,$$

d'où l'on déduit facilement

$$M = M' + L,$$

formule aussi simple que générale et satisfaisant à la condition posée.

» Si, au contraire, on comptait la longitude vers l'est, on trouverait

$$M = M' + (24^h - L).$$

» Dans le premier cas, la longitude est la correction de l'heure locale; dans le deuxième, cette correction est le complément de la longitude à 24^h, ce qui était d'ailleurs évident.

» Au point de vue pratique, la première méthode est évidemment préférable. On voit facilement, en effet, qu'au moment où le cadran solaire marque midi, l'heure universelle est justement l'heure astronomique représentée par la longitude. Quant à la date universelle, il n'y aura jamais d'ambiguïté. Elle est égale ou supérieure d'une unité à la date locale, jamais inférieure : elle se déduira d'ailleurs du fait que, si elle est supérieure, le calcul donnera

$$M > 24^h.$$

» Il serait facile de faire pénétrer ces pratiques dans les mœurs du public, pourvu qu'il apprenne à compter les heures de 0^h à 24^h en partant de *minuit*, c'est-à-dire qu'il s'habitue à évaluer combien d'heures sont écoulées depuis l'origine du jour. Cela lui sera d'ailleurs facilité par l'habitude prise de noter midi $= 12^h$. »

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Thermorégulateur de construction simple, pouvant aussi servir de thermomètre enregistreur.* Note de M. **E.-H. von Baumhauer.** (Extrait.)

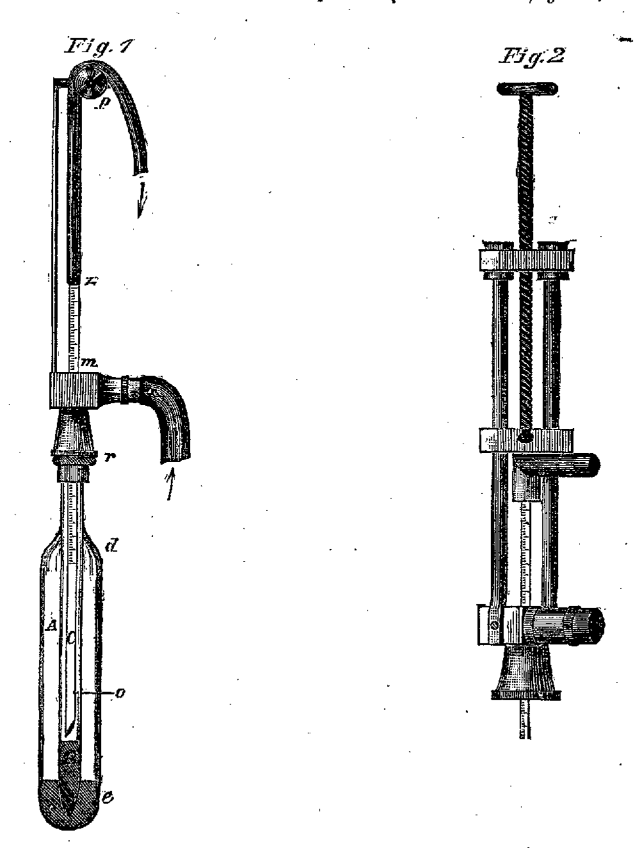
« Harlem, 15 août 1884.

» .... Pour simplifier, je me bornerai à décrire et à figurer, au tiers de la grandeur d'exécution, le petit modèle dont je fais usage pour régler la température des liquides ou des étuves à dessiccation; dans celles-ci, l'eau bouillante, qu'il faut renouveler fréquemment, sous peine de trouver l'étuve à sec et les matières brûlées, est par cet appareil avantageusement remplacée par la paraffine.

» Dans un tube d'essai ordinaire A (*fig.* 1) est fixé hermétiquement, au moyen d'un bouchon de liège ou de caoutchouc percé, et mieux encore au moyen de la soudure à la lampe, un tube plus étroit B, ouvert aux deux bouts et étiré encore à l'extrémité inférieure. L'autre extrémité de ce tube s'adapte, par un manchon à vis, à une pièce coudée en laiton, telle qu'on les emploie généralement dans les conduites de gaz; à la paroi supérieure de cette pièce est foré un trou rond, centré sur le tube inférieur et garni

intérieurement d'un anneau de cuir, dans lequel, au moyen d'un peu de graisse, peut glisser facilement, mais sans livrer passage au gaz, un troisième tube *c*, encore plus étroit que le second B.

» L'espace compris entre les tubes A et B, et limité inférieurement par du mercure, est la chambre à air : c'est la dilatation de cet air qui, jointe à la dilatation presque négligeable du mercure, produit l'effet régulateur de l'appareil, et la sensibilité de celui-ci dépend, par conséquent, du rapport entre le volume de l'air confiné dans la chambre et la section intérieure du tube B. Dans l'instrument que représente la *fig.* 1, et qui, destiné



aux étuves, peut se contenter d'une exactitude d'environ 2° C., le mercure, pour chaque accroissement de température de 1° C., s'élève à peu près de 1^{mm} dans le tube B; or ce tube pouvant conserver le même diamètre dans les appareils plus grands, pourvus d'une chambre à air plus spacieuse, on reste évidemment maître d'augmenter la sensibilité autant qu'on le juge nécessaire. Le tube le plus étroit *c*, qu'on peut faire monter ou descendre,

et qui, au moyen du caoutchouc *z*, amène le gaz à la lampe, est coupé en biais vers le bas et présente, à environ $0^{m},005$ de son extrémité inférieure, un trou très fin *o*, pratiqué, après la graduation, soit à la lampe, soit à l'aide d'une pointe de diamant.

» Pour remplir et graduer l'instrument, on le chauffe, vide et sans le tube *c*, dans un bain de paraffine muni d'un thermomètre, jusqu'à la température la plus élevée à laquelle on se propose d'employer l'appareil. Arrivé à ce point, on verse dans le tube B, à l'aide d'un petit entonnoir, du mercure pur et préalablement chauffé, en quantité telle que le tube soit rempli à peu près jusqu'au niveau *d*; la chambre à air se trouve alors sous la pression de 1^{atm}, plus la colonne *de*. L'appareil refroidi, on le place dans un mélange réfrigérant, afin de s'assurer s'il contient assez de mercure pour que, pendant les froids de l'hiver, l'air ne puisse pénétrer, à travers le mercure, dans la chambre à air, ce qui, naturellement, rendrait sans valeur la graduation donnée, comme il va être dit, au tube *c*.

» Après avoir glissé dans le tube *c* une échelle millimétrique en papier, introduit le tube *c* dans le tube B et relié la pièce coudée *x* à la conduite de gaz et le tube en caoutchouc *z* à la lampe, on chauffe lentement le bain d'eau ou de paraffine, et, relevant successivement le tube *c*, on détermine chaque fois, d'une part, le point de l'échelle qui correspond au plan *m*, d'autre part, la température marquée par le thermomètre au moment où la lampe s'éteint; d'après ces données, on construit alors l'échelle définitive. Il ne reste plus qu'à percer le petit trou *o*, et l'instrument est prêt à fonctionner : le gaz arrive en *x*, traverse l'espace annulaire entre les tubes B et *c*, passe par l'extrémité inférieure ouverte du tube *c*, et se rend par le tube en caoutchouc *z* à la lampe. Dès que le mercure soulevé a fermé l'orifice du tube *c*, la flamme n'est plus alimentée que par une petite quantité de gaz, s'échappant à travers le trou *o*; quand on se sert des lampes de Bunsen, il faut donc avoir soin d'interdire l'accès à l'air, ou du moins, d'en laisser entrer si peu, que la flamme ne puisse être rabattue.

» Pour empêcher que le tube en caoutchouc *z* ne soit étranglé par un pli, ou ne presse sur le tube *c*, ou enfin ne casse ce tube à la suite d'un choc, on le fait reposer sur une petite poulie, portée sur un gros fil de laiton, qui lui-même est soudé sur la pièce coudée. Si l'on veut régler la position du tube *c* plus exactement que ne le comporte le mouvement à la main, on peut adapter à la pièce coudée le petit appareil représenté par la *fig.* 2, dans lequel le mouvement est reglé par une vis à petit pas. Dans la plupart des cas, toutefois, cela est entièrement superflu.

» Il est clair que cet instrument doit toujours être maintenu verticalement, puisque, dans la situation horizontale, l'air sortirait de la chambre ou y pénétrerait, ce qui, nous l'avons déjà dit, mettrait hors d'usage la graduation effectuée. Quand il s'agit de faire voyager l'appareil, on pare à l'inconvénient signalé en dévissant la chambre à air de la pièce coudée, et en vissant sur cette chambre un obturateur en fer, auquel est fixé un gros fil de fer portant à son extrémité inférieure un petit tampon conique en gomme élastique; ce tampon, pressé dans l'extrémité conique du tube B, le bouche parfaitement et prévient toute déperdition d'air ou de mercure.

» Dans les laboratoires chimiques, physiques et physiologiques, dans les couveuses artificielles, etc., et surtout dans les appareils de chauffage au gaz, dont l'usage devient de plus en plus général, notre thermo-régulateur, grâce à sa simplicité, pourra trouver d'utiles applications.

» Enfin, chacun comprendra que l'instrument peut facilement être transformé en thermomètre enregistreur; la surface du niveau du mercure, dans le tube B, est assez large pour permettre, en remplacement du tube *e*, l'installation d'un flotteur, qui, par-dessus la poulie dont il a été question, pourra être équilibré au moyen d'un contre-poids.

» Il faut remarquer toutefois que, dans le thermo-régulateur, la hauteur de la colonne du mercure est indépendante des variations barométriques, puisque cette colonne supporte seulement la pression du gaz de la conduite, pression qui est réglée par le gazomètre de l'usine et qui peut être maintenue constante par les régulateurs de gaz connus. Dans le thermomètre enregistreur, au contraire, il y a à tenir compte des variations de la pression atmosphérique. La correction à faire de ce chef est d'ailleurs assez simple; elle peut se réduire, tout en conservant une exactitude suffisante, à augmenter ou à diminuer la hauteur thermométrique notée, d'autant de millimètres que le baromètre en a marqué au-dessus ou au-dessous de 760^{mm}.

» Soient V_t le volume en millimètres cubes de l'air confiné dans le tube A sous la pression H (760^{mm}) et à la température t, s la section intérieure du tube B en millimètres carrés, et h la colonne de mercure dans le tube B; si alors le baromètre *monte* de la quantité Δ, la colonne de mercure dans le tube B sera déprimée approximativement de

$$x = \frac{V_t}{V_t + (H + h + \Delta)s}\Delta,$$

et, puisque Δ est très petit par rapport à H, nous pouvons écrire

$$x = \frac{V_t}{V_t + (H + h)s}\Delta;$$

la section du tube B pouvant être prise petite, et le volume A très grand, de sorte que $(H + h)s$ devienne négligeable en présence de V_t, il résultera de l'expression précédente

$$x = \Delta. \text{ »}$$

PHYSIQUE. — *Spectres d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques.* Note de M. HENRI BECQUEREL.

« J'ai eu l'honneur d'exposer l'année dernière (¹) à l'Académie le résumé de mes premières recherches sur les spectres d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques, inconnus jusque-là. Depuis cette époque, j'ai poursuivi la même étude au moyen d'un spectroscope spécial qui sera décrit dans un prochain Mémoire; je rappellerai seulement ici que le principe de la méthode consiste à projeter les spectres à étudier sur une substance phosphorescente convenablement choisie, préalablement rendue lumineuse, et à observer l'excitation temporaire qui précède l'extinction sous l'influence des radiations infra-rouges. Les lignes et bandes actives des spectres d'émission apparaissent alors brillantes et peuvent être examinées avec un microscope.

» En essayant diverses substances phosphorescentes, notamment certaines préparations de sulfure de calcium, j'en ai rencontré quelques-unes beaucoup plus sensibles que les autres pour les radiations infra-rouges. Ces substances m'ont permis de déterminer directement les longueurs d'onde des raies les plus brillantes de certaines vapeurs métalliques incandescentes (potassium, sodium, cadmium), en projetant les spectres de diffraction fournis par un très beau réseau sur métal de M. Rutherfurd, qui m'a été très obligeamment prêté par M. Mascart.

» Pour d'autres métaux, les spectres étaient obtenus au moyen d'un prisme à sulfure de carbone. Les positions des raies ont été rapportées à celles des raies du potassium et du sodium, et aux positions des bandes et raies caractéristiques de la région infra-rouge du spectre solaire, ainsi que

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVII, p. 71.

des bandes d'absorption du samarium; la longueur d'onde de chaque raie était alors déterminée par interpolation avec une assez grande exactitude.

» Les longueurs d'onde des raies et bandes principales du spectre solaire infra-rouge ont été déterminées à nouveau au moyen du réseau que j'avais à ma disposition, et les substances très sensibles que je possède m'ont permis d'étendre ces mesures beaucoup plus loin que je n'avais pu le faire dans mes recherches antérieures ([1]). Je me propose de revenir prochainement sur ce travail qui m'a conduit à rectifier quelques nombres relatifs aux longueurs d'onde de l'extrémité la moins réfrangible; je citerai seulement ici les longueurs d'onde des principaux points de repère : la bande désignée par A″ dans mon précédent Mémoire est composée de deux bandes dont les longueurs d'onde sont de $0^{mm},00115$ à $0^{mm},00119$ et de $0^{mm},001132$ à $0^{mm},001142$; la grosse bande A‴ s'étend de $0^{mm},001351$ à $0^{mm},001400$ environ, et la bande extrême A^{IV} de $0^{mm},001800$ à $0^{mm},001900$ environ. Les longueurs d'onde des bandes d'absorption caractéristiques du samarium déterminées directement sont : de $0^{mm},001079$ à $0^{mm},001097$ pour la première, et de $0^{mm},001239$ à $0^{mm},001267$ pour la seconde.

» Les métaux étaient volatilisés dans l'arc voltaïque. L'intensité était telle, que l'on pouvait faire usage d'une fente très étroite, et voir sur la substance phosphorescente des détails très intéressants. Dans ce cas, il est nécessaire que l'image des raies sur l'écran phosphorescent soit très exactement au point, sinon, lorsque la fente est étroite, les effets ne sont plus observables. Je n'ai pas encore réalisé une disposition donnant une image d'ensemble de tout le spectre infra-rouge convenablement mise au point; mais, par des tâtonnements successifs, on arrive à obtenir des images suffisamment nettes des groupes de raies que l'on se propose d'étudier. Je m'occupe, du reste, actuellement, de réaliser un perfectionnement qui permettra des observations d'une délicatesse encore plus grande.

» Le Tableau suivant contient les longueurs d'onde des raies, bandes ou groupes de raies les plus intenses qui caractérisent les spectres des vapeurs de quelques métaux. Les nombres sont exprimés en millionièmes de millimètre et sont généralement exacts à un ou deux millionièmes de millimètre près.

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXX, p. 5.

Longueurs d'onde des principales raies d'émission de quelques vapeurs métalliques incandescentes.

Longueurs d'onde.	
	POTASSIUM.
770.... 1098 .. 1162.... 1233....	Raies très brillantes.
	SODIUM.
819....	Visible à l'œil nu. M. Abney a photographié cette raie et reconnu qu'elle était double.
1142....	»
	STRONTIUM.
870.... 961.... 1003.... 1034.... 1098....	Raies et bandes plus faibles; longueurs d'onde approchées.
	CALCIUM.
de 858.. à 876.. de 883.. à 888..	Larges bandes, probablement groupes de raies.
	MAGNÉSIUM.
899....	Très intense, peut-être multiple?
1047 (?).	Très faible.
1200.... 1212....	Large et peut-être double. — Ce groupe présente l'aspect du groupe *b*.

Longueurs d'onde.	
	ALUMINIUM.
1128.... 1361,5..	Larges et intenses, peut-être multiples?
	ZINC.
1125....	»
1306....	»
	CADMIUM.
1050....	»
	PLOMB.
1059,8.. 1087.... 1133....	Très intenses.
1221.... 1229....	Groupe plus faible : Longueur d'onde approchée.
	THALLIUM.
1150....	Longueur d'onde approchée.
	BISMUTH.
837.... 973....	Longueurs d'onde approchées.
	ARGENT.
771.... 825....	Visibles à l'œil nu.
	ÉTAIN.
1083....	»
1199 ...	»

» Le nickel a manifesté plusieurs bandes ou groupes de raies assez faibles; le fer, dans les conditions de nos expériences, n'a donné aucune bande suffisamment intense.

» Les résultats indiqués ci-dessus montrent combien est riche le champ d'observations que les phénomènes de phosphorescence permettent d'explorer dans la région invisible infra-rouge du spectre et qui, à lui seul, comprend un intervalle de longueurs d'onde plus étendu que l'ensemble de la région visible et de la région ultra-violette.

» Outre l'intérêt qu'il peut y avoir à signaler dans les spectres des vapeurs métalliques l'existence de ces radiations, dont les longueurs d'onde sont considérables, cette étude, plus que toute autre, est de nature à nous donner les renseignements les plus précieux sur les lois encore inconnues qui régissent les mouvements vibratoires des vapeur incandescentes. »

OPTIQUE. — *Détermination des indices de réfraction par des mesures linéaires.* Note de M. **Ch.-V. Zenger**.

« L'importance de la détermination des propriétés optiques, pour la Chimie physique, rend désirable de mettre entre les mains des expérimentateurs une méthode précise, qui permette, en employant simplement une règle divisée, de mesurer l'angle réfringent d'un prisme et la déviation des rayons pour les diverses raies de Fraunhofer, avec une précision semblable à celle qu'on obtient avec de grands instruments d'Optique.

» On connaît les méthodes de Fraunhofer et de Meyerstein pour la détermination des indices de réfraction, soit par la déviation minimum, soit par la réfraction simple dans le prisme, le rayon incident étant perpendiculaire à la première face.

» D'après la méthode de Fraunhofer, on trouve, pour l'indice de réfraction,

$$(I) \qquad n = \frac{\sin\frac{\varphi' + \omega}{2}}{\sin\frac{\varphi}{2}};$$

d'après Meyerstein, on a

$$(II) \qquad n = \frac{\sin(\varphi + \omega')}{\sin\varphi}.$$

» C'est la combinaison de ces deux méthodes qui nous permettra de trouver l'angle du prisme et les indices de réfraction.

» On tire, de la combinaison des équations (I) et (II),

$$n\sin\frac{\varphi}{2} = \sin\frac{\varphi+\omega}{2},$$

$$n\sin\varphi = \sin(\varphi+\omega'),$$

$$(III) \qquad \frac{1}{2\cos\frac{\varphi}{2}} = \frac{\sin\frac{\varphi+\omega}{2}}{\sin(\varphi+\omega')}$$

dont la réduction nous donne

$$1 = \frac{2\sin\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\varphi}{2}\cos\frac{\omega}{2} + 2\cos^2\frac{\varphi}{2}\sin\frac{\omega}{2}}{\sin\varphi\cos\omega' + \cos\varphi\sin\omega'} = \frac{\sin\varphi\cos\frac{\omega}{2} + (1+\cos\varphi)\sin\frac{\omega}{2}}{\sin\varphi\cos\omega' + \cos\varphi\sin\omega'},$$

$$(IV) \qquad \sin\varphi\left(\cos\omega' - \cos\frac{\omega}{2}\right) + \cos\varphi\left(\sin\omega' - \sin\frac{\omega}{2}\right) = \sin\frac{\omega}{2}.$$

» Posons

$$\cos\omega' - \cos\frac{\omega}{2} = a\cos\vartheta, \quad \sin\omega' - \sin\frac{\omega}{2} = a\sin\vartheta,$$

nous aurons

$$\cos^2\omega' + \sin^2\omega' + \cos^2\frac{\omega}{2} + \sin^2\frac{\omega}{2} - 2\cos\omega'\cos\frac{\omega}{2} - 2\sin\omega'\sin\frac{\omega}{2} = a^2,$$

$$2 - 2\left(\sin\omega'\sin\frac{\omega}{2} + \cos\omega'\cos\frac{\omega}{2}\right) = a^2,$$

$$a^2 = 2\left[1 - \cos\left(\omega' - \frac{\omega}{2}\right)\right] = 4\sin^2\frac{1}{2}\left(\omega' - \frac{\omega}{2}\right), \quad a = 2\sin\frac{1}{2}\left(\omega' - \frac{\omega}{2}\right),$$

$$\cos\theta = \frac{\cos\omega' - \cos\frac{\omega}{2}}{2\sin\frac{1}{2}\left(\omega' - \frac{\omega}{2}\right)}.$$

» En substituant cette valeur, dans l'équation (IV), nous aurons

$$a\sin\varphi\cos\theta + a\cos\varphi\sin\theta = \sin\frac{\omega}{2},$$

$$a^2\sin^2\varphi\cos^2\theta - 2a\sin\varphi\cos\theta\cos\frac{\omega}{2} + \sin^2\frac{\omega}{2} = a^2\cos^2\varphi\sin^2\theta,$$

$$a^2\sin^2\varphi - 2a\sin\varphi\cos\theta\cos\frac{\omega}{2} = a^2\sin^2\theta - \sin^2\frac{\omega}{2},$$

$$\sin^2\varphi - \frac{2\sin\varphi}{a}\cos\theta\cos\frac{\omega}{2} = \sin^2\theta - \frac{1}{a^2}\sin^2\frac{\omega}{2},$$

$$\sin\varphi = \frac{\cos\theta\cos\frac{\omega}{2}}{a} \pm \sqrt{\sin^2\theta - \frac{1}{a^2}\sin^2\frac{\omega}{2} + \frac{\cos^2\theta}{a^2}\cos^2\frac{\omega}{2}},$$

$$\text{(V)} \qquad \sin\varphi = \frac{\cos\theta\cos\frac{\omega}{2} \pm \sqrt{a^2\sin^2\theta - \sin^2\frac{\omega}{2} + \cos^2\theta\cos^2\frac{\omega}{2}}}{a}.$$

» Désignons par φ_B la valeur de l'angle φ trouvée par la déviation du rayon rouge B; par φ_H celle qui est relative au rayon violet H, ou à quelque autre rayon voisin du bord violet; nous obtenons deux valeurs de φ par l'équation (V), lesquelles ne doivent différer que dans les limites des erreurs possibles de l'observation.

» *Méthode d'observation.* — S'il s'agit de déterminer l'angle inconnu du

prisme, on place celui-ci très près de la fente étroite, dans la chambre noire, et à 3^m au moins on place une règle divisée portant une petite lunette, glissant sur l'alidade qui porte le vernier. On peut lire au moins $0^{mm},1$, c'est-à-dire la $\frac{1}{30000}$ partie de la distance du prisme.

» Le prisme doit être placé de manière qu'on puisse voir à la fois la raie de Fraunhofer et une partie de la fente étroite surmontant le prisme de quelques millimètres. L'angle de 30° suffit pour la mesure précise des indices de réfraction, et l'on évite de donner une longueur trop grande à la règle divisée.

» On observe alors la position de la fente en mettant l'image sur le fil perpendiculaire de la lunette; on déplace la lunette sur la règle placée horizontalement, jusqu'à ce que la raie B se trouve sur le fil perpendiculaire, et l'on a pour la déviation minimum $\tang\omega = \frac{y}{x}$, où y désigne le nombre lu sur l'échelle pour la raie B, moins le nombre lu pour la position de la fente, et x la distance de la fente au centre optique de la lunette. On peut renverser le prisme et l'échelle, et mesurer l'angle opposé : $\tang-(\omega_0) = \frac{y'}{x}$. La valeur moyenne $\frac{\omega+\omega_0}{2}$ de deux lectures nous donne la valeur très précise de l'angle de déviation pour la raie B; on obtient de la même manière l'angle de déviation maximum $\frac{O+O_0}{2}$ pour la raie H.

» On tourne ensuite le prisme dans la position perpendiculaire à la face antérieure (regardant la fente) sur le rayon incident, et l'on détermine de la même manière la valeur $\frac{\omega'+\omega'_0}{2}$ pour la raie B et $\frac{O'+O'_0}{2}$ pour la raie H. Nous avons deux valeurs ω et ω' pour les déviations des raies B et H, lesquelles nous donnent deux valeurs de l'angle réfringent du prisme φ, ce qui fournit une vérification de l'observation et du calcul.

» Avec cette valeur finale de $\frac{\varphi+\varphi_1}{2} = \varphi_0$, on trouve, pour chaque raie observée de la manière indiquée plus haut, deux valeurs de l'indice de réfraction, c'est ce qui permet de contrôler les résultats définitifs d'une manière absolument rigoureuse. Car on voit aisément que les erreurs maxima ne peuvent dépasser $\frac{206\,000}{30\,000}$, ou sept secondes d'arc à peu près, et, en doublant chaque observation, on voit que l'erreur vraisemblable ne surpassera pas trois ou quatre secondes d'arc.

» Donc, sans faire usage du théodolithe ni du réfractomètre, on peut, avec une règle divisée et une petite lunette, obtenir aisément une détermi-

nation rigoureuse des indices de réfraction jusqu'à la cinquième décimale ([1]). »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Sur la qualité des farines obtenues par différents procédés de mouture.* Note de M. AIMÉ GIRARD.

« La Chambre syndicale des Grains et Farines de Paris, justement émue de la faveur accordée par la boulangerie française à certaines farines étrangères, a institué, en 1883, un important concours de mouture. A son appel, on a vu répondre les partisans des systèmes les plus différents : mouture ordinaire sous meules de pierre ; mouture progressive sous meules de même matière; mouture à l'aide de meules blutantes ; à l'aide de meules métalliques progressives tantôt verticales, tantôt horizontales ; mouture après coupage et granulation du grain; mouture par projection du grain entre des disques à broches ; écrasement du grain, d'abord entre des cylindres de fonte striés, ensuite entre des cylindres lisses en acier ou en porcelaine.

» A chacun des concurrents, la Chambre syndicale a distribué deux sortes de blés désignés, le premier sous le nom de *blé humide;* le second, sous le nom de *blé sec.* Une Commission d'expériences a été nommée qui, dans les moulins des divers concurrents, est allée, tant en France qu'à l'étranger, suivre les phases successives de chaque mouture et en recueillir les produits, et M. le Ministre de l'Agriculture, enfin, à la demande de la Chambre syndicale, a bien voulu me charger de soumettre à l'analyse les principaux parmi les produits ainsi recueillis.

» Sans entrer ici dans le détail du long travail auquel j'ai dû me livrer à ce propos, travail dont j'ai développé les résultats dans un Rapport remis par moi à la Chambre syndicale au mois de mars dernier, j'ai pensé qu'il serait utile d'en présenter à l'Académie les points les plus saillants.

» Plus de cent cinquante échantillons ont été examinés : blés, boulanges partielles, farines de premier jet, farines premières à divers rendements, sont achevés enfin.

» C'est sur la composition des farines premières, c'est-à-dire du produit essentiel de la mouture que j'insisterai seulement.

([1]) On voit que les minéralogistes et cristallographes pourraient tirer avantage de cette méthode pour déterminer à la fois l'angle des arêtes et les indices de réfraction, lorsqu'ils disposent de faces suffisamment régulières et de cristaux suffisamment transparents.

» L'analyse chimique que j'ai faite de ces farines a fourni des résultats qu'il était permis de prévoir, mais qui n'en causeront pas moins à beaucoup une surprise véritable. A de faibles différences près, en effet, différences comprises dans les limites des erreurs d'analyse, toutes les farines premières provenant d'un même blé, par quelque procédé qu'elles aient été fabriquées, se présentent, au même rendement, avec une composition à peu près identique; tout au plus, voit-on la proportion des matières minérales se montrer de 0,10 à 0,20 pour 100 plus faible dans les farines obtenues entre cylindres que dans les farines obtenues entre meules.

» C'est ce que montrent les deux Tableaux suivants :

	Moutures								
	ordinaire entre meules de pierre (15 juill. 1883).	progressive entre meules de pierre (22 août 1883).	entre meules de pierre blutantes (7 oct. 1883).	progressive entre meules métalliques verticales (2 nov. 1883).	progressive entre meules métalliques horizontales (12 nov. 1883).	après passage au coupeur granulateur (19 oct. 1883).	par bursage entre disques à broches (28 sept. 1883).	entre cylindres (7 août 1883).	entre cylindres (20 sept. 1883).
	Blés humides. (*Rendement,* 70 pour 100.)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I'
au..........	13,90	13,88	15,25	15,80	15,65	15,85	14,75	14,06	14,06
-luten sec.....	9,12	8,76	8,68	8,81	8,59	8,56	8,69	8,84	8,52
Iat. azot. sol. et débris azotés.	0,63	1,15	1,57	1,69	1,53	1,69	1,56	0,92	1,54
Iat. non azot. (amidon, etc.)	75,66	75,67	73,88	73,10	73,61	73,26	74,32	75,66	75,40
Iat. minérales.	0,69	0,64	0,62	0,60	0,62	0,64	0,68	0,52	0.48
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
eneur en azote.	1,56	1,57	1,64	1,68	1,62	1,64	1,64	1,53	1,61
	Blés secs. (*Rendement,* 68 pour 100.)								
	A'	B'	C'	D'	E'	F'	G'	H'	•
au..........	13,30	14,24	15,15	15,70	15,12	14,85	14,50	13,84	14,36
-luten sec.....	8,76	8,61	8,69	8.68	8,63	8,65	9,04	8,63	9,04
Iat. azot. sol. et débris azotés.	0,60	0,70	1,06	1,07	1,49	1,72	1,21	0,74	1,02
Iat. non azot. (amidon, etc.)	76,65	76,83	74,38	73,97	74,18	74,18	74,59	76.34	74,94
Iat. minérales.	0,69	0,62	0,72	0,58	0,58	0,60	0,66	0,45	0,64
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
eneur en azote.	1,50	1,49	1,56	1,56	1,62	1,66	1,64	1,50	1,61

» A l'inspection des chiffres que ce Tableau renferme, il semble tout d'abord que les farines analysées présentent entre elles, sous le rapport de

l'hydratation, des différences sensibles. C'est ainsi que l'on voit les farines C, D, E, F, G — C', D', E', F', G' se montrer de $\frac{1}{100}$ environ plus hydratées que les farines A, B, H, I — A', B', H', I'. C'est à tort cependant que l'on attribuerait cette hydratation plus grande aux procédés de mouture employés : c'est de l'hydratation des blés eux-mêmes qu'elle résulte. Si l'on se reporte, en effet, aux dates auxquelles les moutures ont eu lieu, on voit que ces dates sont comprises, pour quatre d'entre elles (A, B, H, I — A', B', H', I'), entre le 5 juillet et le 20 septembre; pour les cinq autres, entre le 28 septembre et le 12 novembre. Pendant cette période humide et froide, les blés se mettant en équilibre avec l'état hygrométrique de l'atmosphère avaient, ainsi que l'analyse directe m'a permis de l'établir, absorbé 1 pour 100 d'eau environ ([1]).

» Mais ce serait une grande faute que de conclure de cette identité de composition que les farines fabriquées par les divers systèmes concurrents possèdent, au point de vue de la panification, les mêmes qualités. C'est à une conclusion toute contraire que conduit leur examen physique et microscopique. Dans les 1 à 1,5 pour 100 de matières azotées, autres que le gluten qu'elles renferment, figurent, en effet, en proportions très variables, ces débris de l'enveloppe et du germe qui, ainsi que je l'ai récemment établi, exercent sur la qualité du pain une si grande influence. Pour reconnaître ces débris, il suffit, après avoir séparé le gluten à la façon ordinaire et l'avoir rejeté, après avoir lavé l'amidon à l'eau, l'alcool et l éther, après l'avoir mis en empois enfin, de dissoudre cet amidon à l'aide de la diastase, légèrement acidulée dans les derniers moments de la macération. Au milieu de la solution limpide ainsi obtenue, on voit nager alors, avec les parois cellulaires de l'albumen, les débris d'enveloppes et de germes, que l'on peut aisément caractériser et presque dénombrer sous le microscope.

» En suivant cette méthode, on reconnaît que, provenant d'un même blé et obtenues au même rendement, les farines fabriquées entre cylindres métalliques ne renferment que des traces de débris d'enveloppes et de germes, que les farines fabriquées après coupage et granulation préalable du grain, celles fournies par la mouture progressive entre meules métalliques n'en renferment que des proportions assez faibles, que celles pro-

([1]) L'identité que présentent dans leur état d'hydratation les farines obtenues d'un même blé entre meules et entre cylindres a été également, et à une date récente, signalée par M. Balland, comme aussi la différence qui existe dans leur teneur en matières minérales.

duites dans des conditions diverses par la mouture entre meules de pierre, que celles résultant du broyage entre disques à broches en contiennent, au contraire, des quantités relativement considérables.

» Aussi voit-on, ainsi que l'a reconnu la Commission spéciale de panification nommée par la Chambre syndicale, et dont je faisais partie, les premières, fournir du pain d'une blancheur parfaite; les secondes, du pain d'une qualité déjà moins belle; les dernières enfin, du pain dont la teinte bise va s'accentuant davantage, au fur et à mesure qu'augmente la quantité de débris azotés du grain qu'elles contiennent. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *L'urée est un poison; mesure de la dose toxique dans le sang.* Note de MM. GRÉHANT et QUINQUAUD, présentée par M. Bouley.

« Nous avons entrepris au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Rouget, une série d'expériences, consistant à pratiquer chez les animaux des injections sous-cutanées de solutions aqueuses d'urée pure, en augmentant peu à peu les doses.

» Nous avons expérimenté d'abord sur des grenouilles, des cobayes, des lapins et des pigeons. Chez ces différents animaux, le résultat constant, produit par une dose suffisante, a été la mort plus ou moins rapide à la suite de convulsions tétaniques, semblables à celles que produit la strychnine.

» Chez une *grenouille*, du poids de 30^{gr}, on injecte sous la peau 1^{gr} d'urée ($\frac{1}{30}$ du poids du corps) dissous dans 2^{cc} d'eau distillée; dix minutes après, l'animal est pris de convulsions tétaniques avec opisthotonos, et meurt au bout de trois heures. Avec des doses moindres d'urée, égales par exemple à $\frac{1}{50}$, $\frac{1}{60}$, $\frac{1}{70}$ du poids du corps, nous avons constaté les mêmes phénomènes convulsifs.

» Sous la peau d'un *cobaye*, pesant 518^{gr}, on injecte 10^{gr} d'urée ($\frac{1}{50}$ du poids du corps) dissous dans l'eau; vingt-sept minutes après l'injection, l'animal est pris de convulsions toniques ou cloniques; puis le calme survient et de nouvelles attaques se produisent; la cornée reste sensible: une heure vingt minutes après le début de l'injection, le cobaye meurt; on recueille du sang dans lequel on dose l'urée; en rapportant à 100^{gr} de

sang le chiffre trouvé, on obtient le nombre 820^{mgr} qui indique le poids d'urée contenue dans ce poids de sang ou la dose toxique de l'urée dans le sang.

» Chez un *lapin*, du poids de 1^{kg},6, on injecte sous la peau $\frac{1}{100}$ du poids du corps, c'est-à-dire 16^{gr} d'urée: six minutes après l'animal tombe sur le flanc; dix minutes après la fin de l'injection, on observe des mouvements convulsifs très rapides, surtout dans les membres postérieurs; puis on constate des accès convulsifs cloniques avec opisthotonos; au bout de quarante minutes, l'animal meurt par arrêt des mouvements respiratoires; on ouvre le thorax, le cœur bat encore, on recueille 6^{gr},5 de sang, qui suffisent pour le dosage de l'urée, car l'extrait alcoolique nous a donné 17^{cc},5 d'acide carbonique, ce qui correspond à 661^{mgr} (dose toxique) pour 100^{gr} de sang.

» Chez un *pigeon* pesant 378^{gr}, on injecte sous la peau 10^{gr},7 d'urée ou $\frac{1}{35}$ du poids du corps; une demi-heure après, on constate de légères convulsions dans les pattes, puis des secousses très nettes dans tous les muscles du cou et des ailes, l'animal meurt.

» Nos expériences les plus nombreuses ont été faites sur des *chiens*: elles nous ont permis de fixer avec plus d'exactitude la dose toxique dans le sang et de rechercher si l'urée exerce une influence sur la contractilité musculaire. Chez des chiens qui ont reçu chacun 10^{gr} d'urée par kilogramme de leur poids ou $\frac{1}{100}$ du poids du corps, nous avons constaté la mort; la dose toxique déterminée dans le sang, pris un peu avant ou après la mort, a été trouvée égale à 613^{mgr}, et les résultats 516, 652, 666 obtenus chez d'autres animaux, sont tous très voisins et démontrent qu'un chien meurt quand il contient 0^{gr},6 d'urée dans 100^{gr} de sang. Il est intéressant de rapprocher des doses toxiques trouvées chez les animaux les doses que nous avons notées chez l'homme; dans un cas d'anurie, l'analyse chimique donne 0^{gr},410; chez un sujet atteint de rétention d'urine, 0^{gr},278; chez un malade ayant une néphrite interstitielle avec dyspnée urémique, on trouve 0^{gr},210; chez un autre ayant succombé au milieu du coma urémique, nous avons 0^{gr},215.

» Dans ces conditions, tous les tissus des animaux sont imprégnés d'urée: ainsi 100^{gr} de sang renfermaient 613^{mgr} d'urée, 100^{gr} de foie 580, 100^{gr} de tissu du cœur 311, 100^{gr} de rate 662.

» Nous avons toujours remarqué, et c'est là un point important, que l'urée injectée sous la peau n'est jamais complètement absorbée au mo-

ment de la mort, quand même celle-ci arriverait dix heures après l'injection.

» Pour rechercher si l'urée exerce une influence sur la contractilité musculaire, nous découvrons chez un chien le nerf sciatique, nous isolons et détachons le tendon d'Achille, que nous fixons à l'anneau d'un dynamomètre convenablement maintenu; en excitant par des courants induits le bout périphérique du nerf, nous avons trouvé que la force du muscle varie entre 5 et 7^{kgr}; cette *mesure*, répétée pendant l'empoisonnement par l'urée, peu d'instants avant la mort, ou peu après, a donné exactement les mêmes nombres. L'urée n'agit donc pas directement sur la fibre musculaire et ne diminue pas l'énergie de sa contraction.

» Le sang des animaux morts soumis à la distillation dans le vide à 40° a fourni un liquide qui ne renfermait pas d'ammoniaque. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *De l'action des hautes pressions sur les phénomènes de la putréfaction et sur la vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer.* Note de M. **A. Certes**, présentée par M. Pasteur.

« Le problème que je me suis posé, et que j'ai déjà abordé dans une précédente Communication ([1]), est celui de savoir par quels procédés et dans quelles conditions s'effectue, au fond de la mer, le retour de la matière organique à l'état inorganique. Quels sont les agents de cette transformation? Sont-ils autres que ceux que nous connaissons déjà?

» Dans les expériences dont j'ai l'honneur de rendre compte à l'Académie, j'ai étudié directement, à l'aide des appareils de M. Cailletet, l'action des hautes pressions sur la vitalité des micro-organismes et sur les phénomènes de la putréfaction. Avant de signaler les résultats auxquels je suis arrivé, j'insiste sur ce point que, dans ces expériences comme dans les précédentes, je me suis efforcé de m'éloigner le moins possible des conditions de la nature. Par un dispositif spécial ([2]) j'ai pu éviter les com-

([1]) Sur la culture à l'abri des germes atmosphériques, des eaux et des sédiments rapportés par les expéditions du *Travailleur* et du *Talisman* (*Comptes rendus*, 17 mars 1884).

([2]) A ma demande et sur les indications obligeantes de M. Cailletet, M. Ducretet a légèrement modifié le dispositif de l'appareil de l'éminent physicien.

Dans cet appareil modifié il y a deux récipients et deux manomètres au lieu d'un. Les

pressions et les décompressions brusques, et bien que l'appareil dont je dispose donne facilement une pression de 1000^{atm}, je n'ai jamais dépassé 600^{atm}. La plupart des expériences ont même été faites entre 350^{atm} et 500^{atm}, ce qui correspond à la pression des profondeurs moyennes relevées dans l'Océan par les expéditions sous-marines.

» Grâce à la température de la saison, je n'ai pas eu besoin de mettre l'appareil à l'étuve, mais, par contre, il ne m'a pas été possible de répéter mes expériences à la température moyenne des grands fonds : $+4°$; je les reprendrai l'hiver prochain.

» En attendant, je puis dès à présent annoncer que, dans ces conditions favorables de température, les phénomènes de la putréfaction se sont invariablement produits dans les bouillons et dans les infusions de nature fort diverse que j'ai cultivés sous pression. Dans toutes, après un temps plus ou moins long, le liquide se trouble, les matières organiques, animales ou végétales, se dissolvent et disparaissent, et l'examen microscopique révèle un abondant développement de microbes. Ce développement est cependant plus lent qu'à l'air libre.

» Sans vouloir rien affirmer prématurément en ce qui touche la spécificité des organismes développés sous pression, je crois néanmoins devoir signaler certaines particularités qui ressortent d'expériences comparatives.

» Le 13 juin, par exemple, je prépare deux tubes renfermant une infusion végétale d'eau de mer fraîche (radis avec ses feuilles). L'un est mis sous pression à 350^{atm}; l'autre laissé à l'air libre sert de témoin. L'appareil est visité tous les jours et remis chaque fois, au début, à 350^{atm} et, à la fin de l'expérience, à 500^{atm}. Dès le 26 juin, l'infusion fourmille de bactéries [1]; le 4 et le 11 juillet, nouvel examen et même résultat. Enfin l'expérience est définitivement arrêtée le 24 juillet, jour où la putréfaction des tissus végétaux est complète dans le tube témoin. Ce tube ne renferme plus que du liquide et une cuticule flasque vide, blanchâtre. Le tube,

---

récipients sont à volonté isolés ou mis en communication à l'aide d'un robinet, ce qui permet d'emmagasiner la pression ou d'opérer la décompression sans aucune précaution dans le premier récipient. On peut ensuite, à l'aide du robinet, transmettre l'effet obtenu d'un récipient à l'autre, aussi lentement qu'on le veut.

(1) Dans cette expérience et dans la plupart de celles qui ont suivi, je me suis servi d'eau de mer non stérilisée comme liquide compresseur. Cette eau de mer à la sortie de l'appareil était toujours pleine de microbes et n'avait d'autre odeur que celle des huiles qui servent à préparer les cuirs des soupapes et des obturateurs.

maintenu sous une pression de 350 à 500^{atm} pendant quarante-deux jours présente absolument le même aspect; mais, à un examen plus approfondi, on reconnaît de notables différences entre les deux infusions :

Infusion mise sous pression.	*Infusion laissée à l'air libre.*
Pas d'odeur.	Odeur nauséabonde.
Réaction acide.	Réaction alcaline.
Microbes nombreux, agiles, généralement petits, bâtonnets courts et fins à formes voisines de celles que j'ai déjà décrites dans les cultures d'eau de mer provenant des grands fonds [1].	Microbes nombreux, les uns agiles, les autres immobiles, bâtonnets généralement plus gros que dans l'autre infusion; longs filaments bactéridiens.
Pas de coloration spéciale par l'iode.	Pas de coloration spéciale par l'iode.
	Cellules fusiformes (levures ou moisissures?).
	Infusoire : *Pleuronema chrysalis.*

» Il faut observer en outre qu'après avoir chauffé pendant dix minutes, dans un bain-marie porté à l'ébullition, deux tubes renfermant l'un le liquide de l'infusion mise sous pression, l'autre le liquide de l'infusion laissée à l'air libre, le premier s'est trouvé stérilisé, tandis que le second donnait, dès le lendemain, d'abondantes cultures. Il semble donc, dans la plupart des cas, qu'il n'y a identité ni dans les processus chimiques, ni peut-être même dans les agents microscopiques de la putréfaction, suivant qu'elle se produit à l'air libre ou sous pression. Quoi qu'il en soit, et je me réserve de revenir sur cette question, le fait même de la destruction complète de la matière organique par des microbes qui vivent et se développent sous de hautes pressions est, dès à présent, formellement établi.

» Il est beaucoup plus difficile de savoir quel est le degré de résistance aux hautes pressions des organismes microscopiques plus élevés en organisation : infusoires, algues unicellulaires, rotifères, etc. La privation de lumière et la diminution progressive de l'oxygène dissous sont autant de causes de mort qui viennent s'ajouter à la pression anormale qu'ils ont à subir.

» Cependant, ainsi que je l'ai déjà annoncé [2], j'ai retiré vivants de l'appareil Cailletet, après les avoir soumis pendant vingt-quatre, quarante-huit et soixante-douze heures, à des pressions de 300^{atm} et 500^{atm}, des In-

---

(1) *Comptes rendus*, loc. cit.

(2) *De l'action des hautes pressions sur la vitalité des micro-organismes d'eau douce et d'eau de mer* (*Soc. de Biologie*, 5 avril 1884).

fusoires et même des Rotifères et des Tardigrades. Mais, d'autre part, dans des tubes maintenus à une pression moindre pendant un temps beaucoup plus long, il n'y avait plus de vivants que des microbes. La privation d'oxygène n'avait-elle pas une large part dans ce résultat?

» Pour m'en rendre compte, j'ai préparé avec la même infusion et mis sous pression à 350^{atm} deux tubes, l'un avec un indice d'air volumineux, l'autre sans indice d'air. Au bout de vingt et un jours, le tube aéré renfermait encore un certain nombre de *Chlamydococcus pluvialis* vivants et agiles. Ils étaient tous morts dans l'autre tube, et ni l'un ni l'autre ne renfermait, en dehors des microbes, d'autre organisme vivant. Pour apprécier ces faits à leur valeur, il ne faut pas oublier que les *Chlamydococcus* sont reviviscents et qu'ils s'enkystent pour se mettre à l'abri des perturbations atmosphériques.

» Je ne saurais passer sous silence l'effet des hautes pressions sur la bactéridie charbonneuse. Avec M. le Dr Roux, nous avons soumis du sang charbonneux à une pression de 600^{atm} pendant vingt-quatre heures. Ce sang a conservé toute sa virulence, et les cultures qui en ont été faites ont pleinement réussi (¹). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *De l'action des lésions du bulbe rachidien sur les échanges nutritifs.* Note de MM. **Couty**, **Guimaraes** et **Niobey**, présentée par M. Vulpian.

« Les expériences justement célèbres de Cl. Bernard sur la glycosurie d'origine bulbaire, les expériences non moins remarquables de M. Brown-Séquard sur l'inhibition des échanges et sur leur dynamogénie, d'autres expériences encore de Schiff, de Dastre, de Leuchsinger, de Naunyn et Quincke nous ont amenés à nous demander d'abord si le bulbe contient des régions distinctes comme influence sur la nutrition; ensuite si les divers troubles des mouvements, de la sensibilité, de l'urine et du sang constituent des syndromes ou des manifestations isolées. Pour répondre à ces deux questions, après plusieurs essais, nous avons fait les expériences suivantes.

» Sur un chien normal gardé au laboratoire depuis plusieurs jours, à jeun ou en digestion, nous prenions la tension du sang artériel, la température du rectum; puis nous analysions le sang veineux (sept expériences)

(¹) Ces diverses recherches ont été faites dans le laboratoire de M. Pasteur.

ou le sang artériel (onze expériences) au point de vue des gaz, du sucre et de l'urée [1].

» Après avoir fixé ainsi l'état de l'animal, nous perforions à l'aide d'un poinçon l'occipital, et nous allions piquer avec le même instrument le bulbe; ou souvent, comme dans les expériences de Cl. Bernard, nous traversions le cervelet pour atteindre secondairement le bulbe, la lésion exacte étant du reste indiquée par l'autopsie. Une heure, deux heures, trois heures après, le lendemain, nous refaisions un, deux, trois examens comparatifs de la température, de la tension, et surtout des gaz, du sucre et de l'urée du sang.

» Les résultats obtenus dans ces conditions se divisent en deux séries.

» Dans la première série, quatre chiens atteints de piqûres du cervelet, avec simple éraflure du bulbe ou des méninges, ont présenté des troubles moteurs légers, ataxiques, paralytiques ou tremblés, sans que l'examen du sang ou de la température ait indiqué aucune variation marquée.

» Dans la seconde série, quatorze chiens atteints de lésions bulbaires plus considérables, quoique variables de siège et d'étendue, ont présenté, outre de grands troubles sensitivo-moteurs, les modifications suivantes du sang : 1° la pression dans les artères s'est toujours abaissée, quelquefois d'emblée, d'autres fois après une période très passagère d'augmentation : 2° une heure à deux heures après la piqûre, le sucre du sang artériel ou veineux a été notablement augmenté; 3° en même temps ou un peu avant, les gaz oxygène et surtout acide carbonique ont diminué.

» Dans toutes ces expériences, les trois phénomènes, abaissement de la tension, diminution des gaz, augmentation du sucre, ont coïncidé les uns avec les autres, sans cependant présenter de relations constantes de degré; la tension artérielle a diminué de 1^{cm} à 8^{cm}; le sucre a doublé, quelquefois triplé, atteignant $1^{gr},3$, $1^{gr},8$ et même 2^{gr} et $2^{gr},4$ pour 1000; enfin la proportion des gaz a diminué de $\frac{1}{8}$ à $\frac{1}{4}$ par rapport à la quantité primitive.

» La glycosurie, pas plus que les autres troubles, ne constitue donc pas un trouble isolable; comme l'a vu Schiff, elle n'est pas liée à la lésion d'une région ou centre délimité.

» A côté des phénomènes précédents, phénomènes constants et liés les

---

(1) Nous employions la pompe Gréhant, la potasse caustique et l'acide pyrogallique pour les gaz; l'ébullition avec sulfate de soude, la décoloration sur le charbon, puis l'hypobromite de soude et l'appareil Regnard pour l'urée; la liqueur titrée de Fehling et la potasse en excès pour le sucre.

uns aux autres, nous avons vu, comme M. Brown-Séquard, d'autres troubles variables du sang, de la température et des fonctions sensitivo-motrices.

» Quelques-uns de nos chiens ont eu du coma, d'autres ont eu des convulsions, d'autres du semi-coma et des tremblements; la plupart de ces chiens ont présenté un abaissement considérable et durable de la température rectale, et d'autres, une augmentation très marquée; enfin l'urée du sang a augmenté, dans presque tous les cas, deux ou trois heures après la lésion; mais, dans deux cas, elle est restée stationnaire, et dans un cas elle a diminué.

» Nous n'avons pas réussi à établir un lien entre ces derniers phénomènes; l'urée et la température, par exemple, ont été augmentées pendant les convulsions comme pendant les phénomènes de coma, et nous avons seulement constaté que les trois chiens chez lesquels l'urée n'a pas augmenté ont présenté un coma profond et un abaissement de température.

» Nous demanderons des conclusions plus précises à des recherches complémentaires, faites dans d'autres conditions; il nous suffit pour aujourd'hui d'avoir établi que les lésions du bulbe, suivies de troubles nets du côté de la température ou de la composition du sang et de l'urine, se caractérisent toujours par un syndrome, augmentation du sucre, diminution des gaz artériels ou veineux, diminution de la tension, dans lequel il est impossible d'isoler un phénomène particulier, et, *a fortiori*, de le rapporter à une lésion déterminée. Le bulbe agit en même temps sur les divers processus nutritifs. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur les déperditions d'azote, pendant la fermentation des fumiers de ferme.* Note de M. Ch. Brame, présentée par M. Bouley.

« Dans la séance du 9 juin, M. H. Joulie a présenté un travail, d'où résulte la conséquence suivante : « Au point de vue pratique, ce travail » montre que, dans la préparation du fumier de ferme *la mieux organisée*, » il y a des déperditions très importantes d'azote et qu'il est nécessaire de » chercher les moyens de les éviter. »

» J'ai présenté, en 1876 : « *Sur les fumiers de ferme et l'ammonioscope*, et en 1878 : *Sur les fumiers de ferme*, des travaux dont de courts extraits ont été insérés dans les *Comptes rendus;* ces travaux résolvent pleinement la question posée par M. Joulie. Qu'il me soit permis, dans une courte Note, de résumer mes propres travaux, en y faisant d'utiles additions.

» Pour éviter toute déperdition d'azote, de sels ammoniacaux en général, il faut, dans la préparation des fumiers, procéder de la manière suivante : selon la quantité de fumier de ferme qu'on veut accumuler pour les besoins de l'emblavure du terrain à mettre en culture, il faut creuser le sol de l'étable à $0^m,60$, 1^m ou $1^m,5$ de profondeur : bétonner les parois de la fosse ainsi produite, de manière à la rendre étanche; puis y déposer $0^m,30$ à $0^m,40$ de terre légère bien sèche; placer au-dessus de la terre $0^m,06$ ou $0^m,10$ de paille, d'ajoncs ou de débris organiques, dont dispose le cultivateur; les crèches et les rateliers étant mobiles, on établit alors le bétail, les moutons, les chevaux, ...

» L'urine filtre à travers la paille et va se réunir dans la terre, qui avec le temps devient noire et constitue un excellent engrais; avec le temps aussi, plus de $0^m,30$ en hauteur de paille restent secs; les étables, les écuries, les écuries-étables ne présentent aucune odeur.

» Si nonobstant il se dégage des sels ammoniacaux volatils, on s'en aperçoit, au moyen de l'ammonioscope, constitué par de l'amiante, imbibé d'acide acétique cristallisable, enfermé dans un flacon, bouché à l'émeri; on débouche le flacon et, à l'aide d'une petite fourche, on amène de la paille neuve sur le lieu de dégagement où se produit une fumée blanche; cette fumée est instantanément abolie. L'ammonioscope conserve longtemps sa sensibilité; j'en possède un qui fonctionne parfaitement depuis cinq ans.

» Ce système de fabrication de fumier, que j'ai dénommé *litière-fumier*, existe à la colonie de Mettray depuis plus d'un quart de siècle : on n'y a qu'à se louer des résultats qu'il procure, soit au point de vue de la santé du bétail, soit au point de vue de la bonne confection du fumier, qui se prépare ainsi sans perte sensible d'azote et qui ne contient que la quantité d'humidité rigoureusement nécessaire.

» L'expérience démontre que la paille mouillée perd une partie des sels ammoniacaux, et surtout du carbonate d'ammoniaque, qu'elle absorbe par capillarité et diminue ainsi la formation de l'*acide fumique* de Paul Thenard; or cet acide emmagasine de l'azote, pour le restituer aux plantes cultivées. Il en est tout autrement dans la *litière-fumier* qui, au bout de trois mois, peut demeurer sèche à $0^m,30$ de profondeur.

» D'un autre côté, l'urine, se rassemblant dans la terre de la *litière-fumier*, entraîne de la matière organique et fabrique énergiquement de l'acide fumique au moyen du carbonate d'ammoniaque. De là, l'apparition d'une couleur noire de cette terre, couleur caractéristique d'un bon engrais.

» Il résulte des considérations précédentes que le fumier de ferme ne pourra jamais être remplacé, soit par les engrais pulvérulents du commerce, soit par des engrais chimiques; ceux-ci, sauf dans des cas restreints, ne seront jamais que des adjuvants qui souvent ont besoin du premier pour devenir assimilables. Il ne faut pas perdre de vue que les substances minérales ne peuvent arriver aux plantes qu'au moyen des matières humiques, fabriquées par les fumiers, qui sont rendus solubles par le carbonate d'ammoniaque; celui-ci joue vis-à-vis de la matière noire des fumiers, à la fois le rôle de base et celui d'acide (Grandeau).

» La solution, étendue de carbonate d'ammoniaque, sépare d'abord la chaux, sous forme de carbonate; l'ammoniaque devenue libre dissout la matière noire que la chaux rendait insoluble. La solution retient en combinaison l'acide phosphorique, la chaux, la magnésie; les oxydes de fer et de manganèse, la silice, etc.

» Si les matières humiques, de même que les matières minérales utiles, paraissent inépuisables, dans la terre noire de Russie et dans celle de la Limagne d'Auvergne, le fumier de ferme, celui d'écurie, etc., sont la cheville ouvrière de la restitution de ces matières humiques dans les autres terrains, la pression n'étant qu'une exception.

» D'après ce qui précède, on ne saurait trop recommander aux cultivateurs la *litière-fumier* qui donne du fumier riche et salubre et qui, étant fabriqué sous les pieds des animaux, avec tous les soins que nous avons indiqués, ne perd pas sensiblement d'azote.

» Il serait à désirer que le gouvernement adoptât la *litière-fumier* pour les casernes de cavalerie; en adoptant cette méthode, il procurerait au Trésor des sommes importantes, par la plus-value des fumiers ainsi confectionnés; et, en même temps, reposant sur une litière constamment sèche, les chevaux seraient maintenus plus aisément en bonne santé. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur la déhiscence des anthères.* Note de M. Leclerc du Sablon.

« On sait que les anthères s'ouvrent, au moment de leur maturité, soit par deux fentes longitudinales, ce qui est le cas le plus ordinaire, soit par des pores de forme variable. Cette déhiscence a été généralement attribuée à une couche de cellules sous-épidermiques dont les parois portent des épaississements caractéristiques; mais il n'a pas été donné de raison de l'influence de ces cellules, ordinairement appelées *fibreuses*, ni

indiqué de relation constante entre la disposition des ornements des cellules et la forme des valves. Tous les auteurs ne sont d'ailleurs pas d'accord sur le rôle de la couche fibreuse, et quelques-uns pensent que l'épiderme doit jouer un rôle actif dans la déhiscence.

» Pour ce qui est du rôle de l'épiderme, j'ai cru pouvoir conclure qu'il était négligeable. Chez un grand nombre d'étamines, il se flétrit au moment de la maturité, s'exfolie et disparaît même complètement (Conifères, Composées). D'autre part, chez les espèces où il persiste sans modification, on peut quelquefois l'enlever sans endommager les assises sous-jacentes. On peut alors constater que les valves se recourbent comme si elles étaient intactes. Cette expérience, facile à faire avec l'anthère du Tabac, peut se répéter sur celle de l'Iris, de la Digitale, etc.; elle montre bien que c'est à la couche fibreuse seule qu'il faut attribuer la déhiscence de l'étamine.

» Il y a donc lieu de montrer par quel mécanisme cette couche fibreuse produit la courbure des valves. Les cellules qui la composent ont des parois minces formées de cellulose pure et portant des bandes d'épaississement qui sont lignifiées. Dans tous les cas que j'ai étudiés, la déformation des valves pendant la déhiscence est produite par l'inégale contraction des parties non lignifiées et des épaississements ligneux de la membrane. L'observation directe d'une cellule, avant et après sa dessiccation, permet de vérifier cette inégalité de contraction. Dans certains cas, on peut même faire des mesures précises, par exemple avec les cellules spiralées de l'anthère de l'*Iris pseudo-Acorus* ou mieux avec celles du sporange des *Equisetum*, qui sont tout à fait semblables à celles de certaines anthères. On constate alors que l'axe de la spirale se raccourcit beaucoup, que par conséquent les tours de spire se rapprochent sans que pour cela le filet qui constitue la spirale se raccourcisse notablement. L'examen des principales formes d'ornement que présentent les cellules fibreuses va d'ailleurs nous montrer que toujours la forme de la valve est déterminée par la plus grande contraction des parties non lignifiées.

» *Déhiscence longitudinale*. — Dans le cas où la couche fibreuse se compose d'une seule assise, la face externe est en général dépourvue d'ornements, tandis que la face interne présente, soit des plaques ligneuses (*Lathyrus*, *Aquilegia*, *Erodium*), soit des filets convergents vers le centre de la paroi (*Malva*, *Lavatera*), soit des bandes parallèles entre elles (*Lychnis*, *Papaver*). Les valves devront donc se recourber vers l'extérieur. Chez l'*Hedysarum flexuosum*, c'est la face externe qui porte les ornements et la face interne qui en est dépourvue; aussi, chez cette espèce, les valves se

recourbent-elles vers l'intérieur. Dans tous les cas, les parois radiales portent des bandes d'épaississement en rapport avec celles des parois tangentielles.

» Il est intéressant de remarquer que la déhiscence d'un certain nombre de sporanges d'Hépatiques se produit par un mécanisme identique. L'assise sous-épidermique (*Calypogeia*) ou à la fois l'épiderme et l'assise sous-épidermique (*Jungermania*) portent des épaississements en forme d'U, tout à fait comparables à ceux du Lychnis.

» Il peut arriver que la forme des valves soit plus compliquée que dans les cas précédents (*Delphinium, Nigella, Antirrhinum*). Chez le *Nigella hispanica*, par exemple, l'une des valves se recourbe complètement vers l'extérieur, tandis que l'autre ne se recourbe que sur ses bords et reste immobile dans sa partie moyenne. Cela tient à ce que, dans cette dernière région, les deux faces de l'assise fibreuse sont également lignifiées, tandis que, dans la partie recourbée, la face interne seule porte des plaques ligneuses.

» Dans les cas où la couche fibreuse se compose de plusieurs assises, le mécanisme est le même. Chez la Digitale, par exemple, la face externe de la couche fibreuse est dépourvue d'ornements, tandis que la face interne en présente un grand nombre. Chez le Tabac, les bandes d'épaississement de la face externe sont toutes parallèles à l'axe de l'anthère, tandis que celles de la face interne s'anastomosent et ont des directions quelconques; la contraction parallèlement à une section transversale devra donc être plus grande sur la face externe.

» *Déhiscence poricide.* — Elle a, en général, la même cause que la déhiscence longitudinale, mais cette cause est localisée au sommet de l'anthère, soit que la couche fibreuse ait disparu sur le reste de l'anthère, soit qu'elle n'y présente pas les caractères favorables à la déhiscence. Chez le *Richardia*, par exemple, la couche fibreuse existe dans la partie indéhiscente de l'anthère, mais elle ne s'interrompt pas vis-à-vis de la cloison et les ornements sont les mêmes sur les deux faces. Il n'y a donc pas de raison pour que la déhiscence se produise. Au sommet, au contraire, on voit que, dans une section tranversale, les ornements sont plus nombreux et plus épais sur la face interne, et que la couche fibreuse est remplacée, vers le milieu de la loge, par un tissu mou dont la grande contraction et la faible résistance favoriseront la déhiscence. On peut expliquer d'une façon analogue la formation des pores chez le *Dianella*, le *Cassia* et le *Solanum*, sauf que, pour le *Cassia*, les cellules ne portent pas d'ornements,

que c'est la paroi tout entière qui est plus ou moins lignifiée, et que chez le *Solanum* la partie indéhiscente est dépourvue de cellules fibreuses. Les pores de la Bruyère ont une tout autre origine; ils sont formés par la résorption de certains tissus; aussi ne les voit-on pas se refermer en plongeant les anthères dans l'eau. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'état actuel du Krakatau.* Note de MM. **Bréon** et **Korthals**, présentée par M. Fouqué.

« Nous avons d'abord fait route pour Java, première pointe, à l'entrée sud-ouest du détroit de la Sonde, où nous avons recueilli de belles perlites, en filons minces, dans des roches plus basiques (probablement andésites).

» Le lendemain nous touchions à Pruisen Eiland, grande île inhabitée située sur la portion du détroit de la Sonde, jalonnée par les îles volcaniques, Krakatau, Sebesie, Sebeokoo. Nous avons voulu essayer de recueillir quelques échantillons, mais c'est à peine si l'on peut s'avancer de 5 à 600^m dans l'intérieur; la forêt vierge est absolument impénétrable, et il aurait fallu sans doute bien des journées et peut-être plusieurs semaines pour parvenir au centre. Nous ne pouvions songer à faire cette expédition, notre temps étant compté; nous avons constaté que les rochers, affleurant au niveau de la mer, étaient de formation corallienne; des sables contenant des minéraux d'origine volcanique, trouvés dans des lits de torrents desséchés, nous font supposer que les montagnes de l'intérieur sont de nature ignée.

» De là, nous faisons route sur Telok-Betong, au fond de la baie de Lampong à Sumatra, et, tout le long de la route en suivant la côte est de la baie, nous pouvions voir encore les désastres produits par la marée volcanique du 26 août 1883. Une bande de terrain de 25^m à 30^m de hauteur, absolument dénudée, marque tout le long de la côte la trace des deux terribles vagues causées par l'écroulement de Krakatau.

Telok-Bétong, autrefois florissante, n'existe plus aujourd'hui. Des débris de toute espèce, des traces d'arbres, des poutres gisant sur un sol marécageux infect indiquent la place de la cité.

» Nous avons visité, à côté de Telok-Betong, les navires qui ont été jetés dans l'intérieur des terres. Nous avons été étonnés à la vue des prodi-

gieux effets qui, en quelques minutes, ont été produits par ce déploiement anormal de forces naturelles. Mais tout cela a été longuement décrit dans tous les journaux : il est inutile d'insister. Nous quittions Telok-Bétong pour arriver le lendemain à l'île Sebookoo, où nous mettions pied à terre. La végétation était splendide autrefois sur cet îlot : aujourd'hui les arbres sont abattus les uns sur lés autres en grande partie; ceux qui restent debout dressent vers le ciel leurs branches dépourvues de feuillage : ici l'action de la mer s'est réunie à celle des cendres chaudes vomies par le Krakatau. Tandis que la vapeur rasait tout jusqu'à une trentaine de mètres de hauteur, le reste était brûlé et desséché par la pluie de ponces. Sur l'île Sebesie, encore plus rapprochée de Krakatau, on ne voit même plus les troncs d'arbres : tout est enfoui sous un manteau de cendres et de ponces grises. Enfin nous avons abordé le but principal de notre voyage, l'île de Krakatau. Du côté du sud, elle se présente avec le profil ordinaire des cônes volcaniques; au nord, elle se termine maintenant par une falaise à pic de 800^m de hauteur. A une certaine distance, des nuages de vapeurs nous semblaient planer sur la coupure et nous croyions à l'existence de fumerolles; mais, en approchant avec un canot, nous avons reconnu que ce que nous prenions pour de la vapeur n'était autre chose que des nuages de poussières produits par des éboulements qui avaient lieu d'une façon continue. Nous avons essayé à plusieurs reprises d'approcher pour avoir des échantillons, mais il nous a fallu fuir devant le terrible bombardement de projectiles de toute grosseur qui nous arrivaient d'en haut. Un homme a été légèrement blessé dans notre canot, par une petite pierre, mais il en est tombé à quelques mètres de nous quelques-unes dont la taille était considérable. Nous avons pu aborder à la pointe ouest où il n'y avait pas d'éboulement et recueillir des échantillons. On voit distinctement, dans la coupure, des bancs de roches superposés séparés seulement par de petits lits de tufs sablonneux, à peu près comme dans tous les pays volcaniques. Les roches appartiennent, autant que j'ai pu le voir à l'œil nu, à la famille des basaltes. Ce sont des labradorites contenant très peu de péridot. L'éruption actuelle a donné des produits tout différents : ce sont des ponces très acides, 72 pour 100 de silice avec plagioclase, bronzite et magnétite. La matière première qui, par son émulsion avec les gaz, a donné naissance aux ponces est un véritable verre vert-bouteille dont on trouve des morceaux dans les bancs de ponce récents. Nous avons des échantillons assez intéressants, en ce qu'ils contiennent en même temps le verre

coupant et la ponce bulleuse. La dernière éruption n'est pas la seule éruption acide qui ait eu lieu à Krakatau. A un certain moment de sa vie de volcan, une éruption de ponces et de matières vitreuses s'est produite succédant à des coulées de labradorites, et de nouvelles labradorites ont recouvert le dépôt de ponces acides. C'est ce qui ressort de la présence de ponces absolument semblables à celles de l'année dernière, intercalées entre deux coulées de labradorites à la pointe ouest de Krakatau.

» J'ai pu prendre quelques photographies que j'ai développées à mon retour à Batavia, et j'ai eu la satisfaction d'avoir à peu près réussi. Ce sont les seuls profils exacts qu'il y ait jusqu'à présent du Krakatau. »

La séance est levée à 4 heures et demie.

J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 25 aout 1884.

Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des Sciences de l'Institut de France; t. XXVIII (2e série). Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Ministère des Travaux publics. — Routes nationales. — Recensement de la circulation en 1882. Texte et atlas. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Eléments de Botanique; par M. P. Duchartre. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1885; in-8°.

Mémoires de la Société académique d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; t. XX, 3e série, année 1883. Troyes, L. Lacroix, 1884; in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne; année 1882-1883. Châlons-sur-Marne, F. Thouille, 1884; in-8°.

Notes pour servir à l'étude de la Géologie de l'Islande et des îles Fœroë; par

M. R. Bréon. Paris, A. Lahure, 1884; br. in-4°. (Présenté par M. Fouqué, pour le Concours du prix Delesse.)

Les roches des Cordillières; par M. J.-M. Zujovic. Paris, A. Lahure, 1884; br. in-4°. (Présenté par M. Fouqué, pour le Concours du prix Delesse.)

Leçons de Statistique; par E. Carvallo. Paris, J. Michelet, 1884; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er SEPTEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que le tome XXVIII des « Mémoires des savants étrangers » est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Quelques remarques au sujet de la théorie de la figure des planètes;* par M. F. **Tisserand**.

« Je considère un corps céleste à l'état fluide, soumis seulement à l'attraction mutuelle des éléments qui le composent, animé d'un mouvement de rotation dont la vitesse angulaire est très petite; on sait que sa surface extérieure sera, à fort peu près, celle d'un ellipsoïde de révolution; il en sera de même des surfaces de niveau.

» Je représenterai par a la longueur du demi-petit axe d'une couche quelconque, par e son *ellipticité* (Clairaut a donné le nom d'*ellipticité* au rapport de la différence des deux axes au petit axe), par ρ la densité correspondante; ρ est une fonction inconnue de a. Quand on adopte pour ρ une fonction déterminée, il suffit, comme on sait, d'intégrer une équation

linéaire du second ordre, à coefficients variables, pour trouver e en fonction de a. Les valeurs de a, e et ρ, qui répondent à la surface extérieure du corps, seront représentées respectivement par 1, ε et ρ_1; enfin Δ désignera la densité moyenne et φ le rapport de la force centrifuge, à l'équateur, à l'attraction.

» I. Clairaut a montré le premier que, quelle que soit la loi des densités, pourvu toutefois que la densité aille toujours en décroissant du centre à la surface, ε est compris entre les deux limites $\frac{\varphi}{2}$ et $\frac{5\varphi}{4}$. La première de ces limites répond au cas idéal où toute la masse du corps serait réunie à son centre; or on sait que la densité ρ_1 de l'écorce terrestre est à peu près égale à $\frac{\Delta}{2}$; il doit donc être possible de trouver une limite inférieure de ε plus grande que $\frac{\varphi}{2}$. J'arrive à ce résultat de la manière suivante.

» Je pars de la relation bien connue

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2 da = \frac{1}{5}\int_0^1 \rho \frac{d.a^5 e}{da} da,$$

qui donne, en intégrant par parties dans le second membre,

$$(1) \qquad \left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2 da = \frac{1}{5}\left(\rho_1 \varepsilon - \int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da} da\right).$$

$\frac{d\rho}{da}$ étant constamment négatif, on a

$$\int_0^1 a^5 e \frac{d\rho}{da} da < 0,$$

et l'équation (1) donne

$$\left(\varepsilon - \frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2 da > \frac{1}{5}\rho_1 \varepsilon;$$

or on a

$$\int_0^1 \rho a^2 da = \frac{\Delta}{3},$$

et il en résulte

$$\varepsilon - \frac{\varphi}{2} > \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}\varepsilon,$$

$$\varepsilon > \frac{\frac{1}{2}\varphi}{1 - \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}};$$

la limite inférieure $\frac{1}{2}\varphi$ de Clairaut peut donc être remplacée par $\dfrac{\frac{1}{2}\varphi}{1-\frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}}$; dans le cas de la Terre, en prenant $\frac{\rho_1}{\Delta}=\frac{1}{2}$, cette limite devient $\frac{5}{7}\varphi$; voilà le premier point que je voulais établir.

» II. Un élément important, introduit pour la première fois par d'Alembert dans l'étude de la figure de la Terre, est le suivant :

$$\lambda=\frac{\int_0^1 \rho a^2\,da}{\int_0^1 \rho a^4\,da};$$

en combinant les résultats de la Géodésie avec ceux que fournit la théorie de la précession des équinoxes, on peut déterminer la valeur de λ; j'ai lieu de penser que, sans faire intervenir cette dernière théorie, on pourrait, sinon déterminer λ, du moins assigner deux limites très resserrées comprenant cette quantité; les résultats ci-dessous constituent un premier essai dans cette direction.

» Reprenons l'équation (1), et remarquons que les ellipticités croissant du centre à la surface, on a

$$e \leqq \varepsilon;$$

on en conclut

$$\int_0^1 a^5 e\frac{d\rho}{da}da > \varepsilon\int_0^1 a^5\frac{d\rho}{da}da$$

ou, en intégrant par parties,

$$\int_0^1 a^5 e\frac{d\rho}{da}da > \varepsilon\left(\rho_1 - 5\int_0^1 \rho a^4\,da\right);$$

l'équation (1) donnera, en tenant compte de cette inégalité,

$$\left(\varepsilon-\frac{\varphi}{2}\right)\int_0^1 \rho a^2\,da < \varepsilon\int_0^1 \rho a^4\,da;$$

on en tire

$$\lambda < \frac{1}{1-\frac{\varphi}{2\varepsilon}}.$$

C'est la limite supérieure que je voulais obtenir; en adoptant $\frac{1}{293,5}$ pour

l'aplatissement à la surface et prenant $\varphi = \frac{1}{284,4}$, on a d'abord

$$\varepsilon = \frac{1}{292,5}$$

et ensuite

$$\lambda < 2,0288.$$

» La valeur que fournit la théorie de la précession des équinoxes est la suivante :

$$\lambda = 1,9553.$$

» III. L'équation différentielle qui permet de déterminer e en fonction de a, lorsque la loi des densités est connue, est la suivante :

$$(2) \qquad \left(a^2 \frac{d^2 z}{da^2} - 6z\right) \int_0^a \rho a^2\, da + 2\left(a \frac{dz}{da} + z\right) \rho a^3 = 0.$$

» Legendre a intégré cette équation, en supposant

$$\rho = \mathrm{C} \frac{\sin na}{a}.$$

» M. Roche a supposé

$$\rho = \rho_0 (1 - ha^2).$$

» Je vais montrer comment on peut intégrer l'équation (2), en supposant plus généralement

$$\rho = \rho_0 (1 - ha^n),$$

expression dans laquelle ρ_0, h et n sont des constantes.

» En posant

$$\frac{3h}{n+3} a^n = x,$$

on trouve que l'équation (2) devient

$$(3) \qquad (x - x^2) \frac{d^2 z}{dx^2} + \left[\frac{5}{n} + 1 - \left(\frac{5}{n} + 3\right) x\right] \frac{dz}{dx} - \frac{2}{n} z = 0;$$

on retrouve ainsi l'équation différentielle de la série hypergéométrique en posant

$$\alpha\beta = \frac{2}{n},$$

$$\alpha + \beta = \frac{5}{n} + 2,$$

$$\gamma = \frac{5}{n} + 1.$$

» On aura donc, pour l'une des solutions de l'équation (4),

$$z = \mathrm{A}\,\mathrm{F}(\alpha, \beta, \gamma, x).$$

» En déterminant convenablement la constante A, z sera égal à e; on trouve ainsi aisément

$$\frac{e}{\mathrm{A}} = 1 + \frac{2}{5+n}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right) + \frac{2(7+3n)}{2(5+n)(5+2n)}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right)^2 + \frac{2(7+3n)(12+8n)}{2.3(5+n)(5+2n)(5+3n)}\left(\frac{3h}{n+3}a^n\right)^3 + \ldots$$

» On serait, du reste, arrivé directement à cette expression à l'aide de l'équation (3), sans passer par la considération de la série hypergéométrique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la marche générale de la végétation dans une plante annuelle. Principes hydrocarbonés;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Pour définir le développement du salpêtre dans une plante, il convient de préciser d'abord la marche générale de la végétation, au point de vue de l'accroissement relatif des diverses parties de la plante : feuilles, tige, racine, fleurs, etc.; ainsi qu'au point de vue de la formation et de l'accumulation des principes immédiats et matériaux essentiels : principes ligneux, principes albuminoïdes, matières solubles (extrait), sels de potasse, matières fixes insolubles; et cela aux différentes époques de la végétation et dans les diverses parties de la plante. C'est cette étude préliminaire que nous allons exposer, en nous attachant d'abord à une plante unique, la Bourrache, afin d'obtenir des résultats plus précis. La plupart de ceux-ci nous paraissent offrir une signification générale, au moins pour les plantes annuelles.

» Comparons d'abord les poids relatifs des diverses parties de la plante, ces parties étant pesées à l'état sec. Nous y joindrons le poids total comme terme de comparaison ; ce poids n'ayant d'ailleurs rien d'absolu et étant susceptible de varier d'un pied à l'autre entre des limites étendues.

	29 mai.	12 juin.		7 septembre.	
	Végétation commençante.	Débuts de la floraison.	Autre un peu étiolée.	Fin de la floraison. Fructification.	Plante séchée sur pied.
	gr	gr	gr	gr	gr
Feuilles	71,5	38,7	53,4	12,0	20,0
Tige et pétioles	25,2	17,2	30,8	50,3	43,0
Racines et radicelles	3,3	25,2 / 4,5	6,4	5,7	8,6
Inflorescences	0,0	14,4	9,4	32,0	28,4
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Poids total de la plante.	1,4195	2,127	2,446	50,254	34,073

» Non seulement le poids absolu de la plante et celui de ses diverses parties vont en croissant, mais la tige devient de plus en plus prépondérante par rapport aux feuilles; le rapport passant de 1 : 3 à 2 : 1, ou 4 : 1; le poids relatif de la tige augmente et celui des feuilles diminue.

» La racine a joué un instant le rôle d'une réserve, où les matières formées par la plante se sont accumulées. Cependant, aux débuts comme à la fin de la végétation, la proportion relative de la racine est faible.

» Les inflorescences jouent un rôle à part, leur importance croissant avec celle des fonctions de reproduction, à mesure que la végétation s'avance. Pour en écarter l'influence, nous avons analysé des pieds privés à dessein d'inflorescences et sur lesquels celles-ci ont été systématiquement retranchées dès leur apparition : tout se réduit alors aux fonctions de nutrition.

	22 juin.	30 juin.	7 septembre.
	gr	gr	gr
Feuilles	34,3	31,5	17,4
Tiges	42,7	58,8	72,8
Pétioles	13,4		
Racines	6,9	9,7	9,8
Radicelles	2,7		
	100,0	100,0	100,0
Plante totale	30,650	17,124	47,160

» La prépondérance de la tige s'accentue ici davantage. Sous ce rapport la plante annuelle se rapproche des arbres et arbrisseaux.

» La composition immédiate de ses diverses parties confirme et précise ce résultat, comme nous allons le montrer bientôt. Nous avons déterminé,

en effet, la composition immédiate de la plante et celles de ses diverses parties, rapportées aux composants suivants, dont le mode de détermination a été défini dans une Note précédente (p. 355) :

» Ligneux et composés organiques insolubles;

» Extrait soluble dans l'alcool aqueux;

» Principes albuminoïdes;

» Sels de potasse, représentés par le carbonate qui en dérive [1];

» Matières fixes insolubles.

» Les matières grasses sont en proportion trop faible dans les plantes à salpêtre, pour qu'il ait été nécessaire d'en tenir compte.

» Indiquons d'abord la signification de ces composants. Les végétaux se composent, on le sait, de trois groupes fondamentaux de principes : les *principes ternaires hydrocarbonés*, formés principalement aux dépens de l'acide carbonique, tiré de l'atmosphère, et aux dépens des éléments de l'eau, empruntés à la fois au sol et à l'atmosphère;

» Les *principes azotés*, tirés surtout du sol et des engrais et, pour une faible partie en général, de l'atmosphère;

» Enfin les *matières minérales*, empruntées au sol et aux engrais.

» Or les principes hydrocarbonés sont représentés dans nos analyses par deux ordres de corps : les *principes ligneux* et analogues, insolubles, et dès lors fixés dans certains organes, et les *matières solubles*, sucres, gommes, etc., qui constituent surtout l'*extrait* hydro-alcoolique. Ces derniers corps, à l'opposé des autres, circulent dans les tissus du végétal et servent d'intermédiaires aux phénomènes de nutrition.

» Les *principes azotés* les plus importants sont les *albuminoïdes*, fondement du protoplasme. Dans nos analyses, ils sont séparés sous forme insoluble (emploi de l'alcool aqueux et de la chaleur) et dosés à part. Ils ont un rôle capital dans les phénomènes de reproduction et dans la formation des jeunes tissus.

» Enfin les *matières minérales* sont dosées sous deux formes : sous la forme de sels solubles, qui circulent dans les tissus, *sels de potasse* principalement, représentés par le *carbonate* (après calcination), et *substances insolubles*, silice, sels de chaux, de magnésie, etc., localisées dans certains organes.

» Le poids réuni des sels de potasse et des sels de chaux et de magnésie est proportionnel à celui des acides organiques, dans les plantes, telles

[1] Certaines plantes renferment du carbonate préexistant, à côté de l'azotate.

que la Bourrache, qui ne contiennent pas d'acides libres. Ces acides étant produits le plus souvent par des phénomènes d'oxydation, ceux-ci sont mesurés, jusqu'à un certain point, par le poids des bases contenues dans la plante.

» Ces développements précisent le sens de nos analyses et montrent comment elles peuvent éclairer l'évolution de la vie végétale. Commençons par donner la composition générale de la plante :

	Graine.	Plantule. — 26 avril.	Végétation. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 sept.	Séchée sur pied. — 7 sept. (1).	Sans inflorescence. — 7 sept.
			Poids absolus.				
Ligneux et analogues.....	gr 0,0093	0,0096	0,592	0,989	29,72	10,390	32,27
Principes albuminoïdes...	0,0024	0,0024	0,308	0,309	2,80	1,615	1,49
Extrait, etc...	0,0004 (2)	0,0034	0,244	0,448	8,57	7,358	6,78
Carbonate de potasse....	0,00025	0,0009	0,102	0,204	3,19	2,780	2,40
Matières fixes insolubles..	0,0013	0,003	0,173	0,176	5,93	2,877	4,22
Plante totale..	0,00138	0,017	1,419	2,127	50,21	34,02	47,16
			Poids relatifs.				
Ligneux et analogues.....	68,4	43,6	41,7	46,3	59,1	56,9	68,4
Principes albuminoïdes...	17,3	14,4	21,7	14,7	5,6	4,9	3,2
Extrait, etc...	2,9	18,3	17,2	21,1	17,1	21,6	14,4
Carbonate de potasse.....	1,8	6,1	7,2	9,6	6,4	8,2	5,1
Matières fixes insolubles..	9,6	17,6	12,2	8,4	11,8	8,4	8,9
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Passons en revue les divers matériaux de la plante.

» *Ligneux*. — Les chiffres observés montrent d'abord que les poids ab-

(1) Cette plante, récoltée le même jour que la précédente, répond à un degré d'évolution plus avancé.

(2) La graine renferme, en outre, 0,0002 de matière grasse.

solus du ligneux dans la Bourrache croissent suivant une proportion énorme et supérieure à tous les autres principes : ce qui est conforme aux faits connus. Stationnaire au début et pendant la germination, ce poids s'élève ensuite dans la plante de 0gr,009 à 20gr ou 30gr, suivant les sujets.

» La proportion relative du ligneux croît également depuis la plantule jusqu'à la plante en fructification. Elle est la plus grande dans une plante privée d'inflorescence, pour laquelle tout le travail de la nutrition profite à l'accroissement des tissus, la consommation due aux fonctions de reproduction étant supprimée : la nutrition des animaux donne lieu, on le sait, à des observations analogues.

» Précisons ces données, en examinant la répartition du ligneux et des principes congénères entre les diverses parties de la plante.

	Végétation commençante. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 septembre.	Plante séchée sur pied. — 7 septembre.	Sans inflorescences. — 7 septembre.
			Poids absolu.		
Feuilles	0gr,438	0gr,389	3gr,31	3gr,89	4gr,88
Tiges	0,132	0,110	15,41	8,73	24,82
Racines	0,022	0,321	1,85	1,63	3,15
Inflorescences ..	0,0	0,169	9,11	5,14	0,0
Poids total...	0,592	0,989	29,7	19,39	32,85
			Poids relatif (en centièmes).		
Feuilles	42,8	46,2	54,7	57,0	59,5
Tiges	37,1	30,1	61,0	59,7	70,5
Racines	47,7	49,0	65,9	55,7	68,6
Inflorescences ..	0,0	54,6	56,6	53,1	0,0
	41,7	44,6	59,1	56,9	68,4

» L'accroissement du ligneux a lieu dans toutes les parties, mais il porte principalement sur la tige; les feuilles viennent ensuite et la racine en dernier lieu. Il atteint son maximum pour la tige dans les plantes privées d'inflorescence; ce qui confirme la relation inverse signalée plus haut entre l'accroissement des tissus et la fonction de reproduction.

» Aussi les poids relatifs du ligneux vont-ils de même croissant dans toutes les parties simultanément, l'accroissement étant plus marqué dans

la tige et dans la racine que dans les feuilles. La tige et la racine offrent sous ce rapport une grande analogie. Tous ces faits montrent la transition entre l'évolution de la plante annuelle et la végétation de l'arbre.

» *Extrait.* — Nous avons dit qu'il convient de rapprocher des principes ligneux les matières extractives solubles dans l'alcool aqueux, lesquelles sont formées pareillement, au moins en majeure partie, par les principes hydrocarbonés, sucres et autres; les corps azotés y entrent aussi, mais pour une fraction minime. La proportion de l'extrait traduit dès lors, comme celle du ligneux, la marche de la fixation du carbone et des éléments de l'eau dans le végétal.

» Les principes de l'extrait jouent un rôle essentiel dans la nutrition de la plante. Leur association avec l'eau constitue les sucs, qui circulent dans les tissus et sont les intermédiaires de la nutrition.

» Les Tableaux de la page 406 montrent quel est l'accroissement des matériaux solubles dans la plante, depuis $0^{gr},0004$ jusqu'à 6^{gr} et 8^{gr}, variation aussi étendue dans son ordre que celle des principes ligneux. Cependant la proportion relative de ces deux genres de matériaux ne change pas beaucoup : dans la plante étudiée, l'extrait est demeuré voisin du tiers du poids du ligneux, sauf vers le début de la floraison, où un mouvement de nutrition et de transport plus actif répond à une proportion plus considérable de matériaux solubles.

» Dans la plante privée d'inflorescence, au contraire, les principes hydrocarbonés insolubles tendent à prédominer.

» Voici la répartition de l'extrait entre les diverses portions du végétal :

Répartition de l'extrait.

	29 mai. — Végétation commençante.	12 juin. — Floraison.	7 septembre. — Fructification.	7 septembre. — Plante séchée sur pied.	7 septembre. — Privée d'inflorescence.
	Poids absolus.				
Feuilles.......	0,127	gr 0,098	gr 0,434	gr 0,781	gr 0,341
Tiges.........	0,108	0,155	5,607	3,932	5,869
Racines.......	0,009	Racines... 0,137 Radicelles 0,014	0,510	0,842	0,660
Inflorescences ..	0,0	0,044	1,982	1,803	0,0
Plante totale .	0,244	0,448	8,533	7,358	6,870

	29 mai. — Végétation commençante.	12 juin. — Floraison.	7 septembre. — Fructification.	7 septembre. — Plante achetée sur pied.	7 septembre. — Privée d'inflorescence.
	Poids relatifs (en centièmes).				
Feuilles	12,6	gr 11,8	gr 7,3	gr 11,5	gr 4,1
Tiges	30,1	42,2	22,3	26,8	16,8
Racines	20,0	Racines .. 25,7 Radicelles 14,6	18,3	28,8	14,3
Inflorescences ..	0,0	14,7	12,4	18,7	0,0
Plante totale.	17,2	21,1	17,1	21,6	14,4

» Ainsi les principes solubles augmentent sans cesse en quantité absolue; mais cet accroissement a lieu principalement dans la tige et dans les inflorescences. La tige est, en effet, la voie principale de la circulation des liquides pendant la vie du végétal. La proportion relative de l'extrait est également plus faible dans les feuilles de Bourrache que dans les autres régions de la plante, mais plus forte dans la tige. Vers la fin de la végétation, la richesse de la racine en matière extractive devient tout à fait voisine de celle de la tige. C'est un nouveau rapprochement entre les fonctions de la tige et celles de la racine, dite parfois *tige souterraine*. Il est accentué par l'analyse des radicelles, plus pauvres en extrait : ce qui montre bien que celui-ci n'est pas emprunté, pour une portion considérable du moins, au sol environnant.

» La proportion relative de l'extrait dans les diverses parties de la plante est la plus grande possible au moment où la floraison commence, et où les déplacements de matière sont les plus actifs.

» Dans la plante privée d'inflorescence, l'extrait tombe au plus bas : circonstance corrélative de l'accumulation des principes ligneux insolubles dans les diverses parties du végétal. »

ALGÈBRE. — *Sur la résolution générale de l'équation linéaire en matrices d'un ordre quelconque.* Note de M. SYLVESTER.

« Ce qui intéresse le plus dans les résultats nouvellement acquis que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, c'est l'union ou bien l'anastomose dont ils offrent un exemple frappant et tout à fait inattendu entre les deux grandes théories de l'*Algèbre moderne* et de l'*Algèbre nouvelle,* dont l'une s'occupe des transformations linéaires, et l'autre de la quantité générali-

sée, de sorte qu'au même titre que Newton définit l'Algèbre ordinaire comme étant l'Arithmétique universelle, on pourrait très bien caractériser cette Algèbre-ci comme étant l'Algèbre universelle, ou au moins une de ses branches les plus importantes.

» En général, un invariant de deux formes signifie une fonction de deux systèmes de coefficients qui reste invariable, à un facteur près, quand les deux systèmes des variables sont ou identiques ou assujettis à des substitutions semblables; mais rien n'empêche qu'on n'applique ce même mot au cas où les substitutions sont réciproques : ainsi, sans parler du cas de deux formes mixtes, on aura des invariants de deux formes données à mouvement semblable et des invariants à mouvement contraire; on peut très bien nommer ces derniers (comme titre distinctif) *contrariants*. C'est à une classe spéciale de contrariants que nous aurons affaire dans la solution de l'équation générale linéaire en matrices d'un ordre quelconque.

» En supposant que chaque p et p' soit une matrice de l'ordre ω, l'opérateur qui contient i couples

$$p_1(\quad)p'_1 + p_2(\quad)p'_2 + \ldots + p_i(\quad)p'_i$$

peut être nommé provisoirement un *nivellateur* de l'ordre ω et de l'étendue i, et on peut le caractériser par le symbole $\Omega_{\omega,i}$. Servons-nous toujours du symbole o pour signifier une matrice dont tous les éléments sont des zéros, et désignons par 1 (ou bien par υ indifféremment) une matrice dont tous les éléments sont zéro, à l'exception des éléments de la diagonale qui seront des unités : ce sont les matrices nommées *matrice nulle* et *matrice unitaire* respectivement.

» J'ai déjà expliqué comment un nivellateur général, de l'ordre ω, donne naissance à une matrice de l'ordre ω^2 : je nomme le déterminant de cette matrice le *déterminant du nivellateur* (¹). Ces déterminants possèdent des propriétés tout à fait analogues à celles des déterminants des matrices simples; ainsi, par exemple, je démontre la propriété dont je me suis servi avec grand avantage dans les recherches actuelles, que le déterminant du produit de deux *nivellateurs* est égal au produit de leurs déterminants séparés, et que le déterminant d'une fonction rationnelle d'un nivellateur, disons $F\Omega$, est égal au résultant (par rapport à Ω regardé comme une quantité ordinaire) de $F\Omega$ et $I\Omega$, où $I\Omega = o$ représente l'équation identique du degré ω^2 à laquelle Ω est assujetti.

(¹) Quelquefois ce déterminant sera nommé un *nivellant*.

» En général, à un système ou *corps* de matrices $p_1, p_2, \ldots, p_i$ de l'ordre ω correspond un quantic de l'ordre ω, c'est-à-dire le déterminant de $x_1 p_1 + x_2 p_2 + \ldots + x_i p_i$.

» Je nomme les coefficients de ce quantic les *paramètres du corps*. Ces paramètres doivent être regardés comme des quantités connues. Ainsi, par exemple, si au *corps* p, q (deux matrices binaires) on adjoint la matrice unitaire v, et qu'on forme le déterminant de la matrice $x + yp + zq$, on obtiendra un quantic

$$x^2 + Bxy + Cxz + Dy^2 + Eyz + Fz^2,$$

où, si l'on regarde p, q comme des *quaternions*, on aura, dans le langage du grand Hamilton,

$$B = Sp, \quad C = Sq, \quad D = T^2 p, \quad F = T^2 q, \quad E = S(Vp.Vq).$$

» Il résulte de cette définition qu'à chaque nivellateur $\Omega_{\omega,i}$ appartiennent deux quantics de l'ordre ω et avec i variables, dont l'un appartient au corps $p_1, p_2, \ldots, p_i$ et l'autre au corps $p'_1, p'_2, \ldots, p'_i$.

» Si l'on connaît l'équation identique $I\Omega = 0$ à laquelle le nivellateur Ω obéit, on peut immédiatement, comme je l'ai déjà montré, résoudre l'équation $\Omega x = T$.

» Mais il est très facile de voir que $I\Omega$ n'est autre chose que le déterminant du nivellateur $\Omega - \lambda v(\ )v$, quand dans ce résultat on substitue Ω à λ. Donc la question de la solution linéaire la plus générale est ramenée à ce seul problème :

» *Exprimer le déterminant d'un nivellateur en termes de quantités connues.*

» Or la première conclusion et la plus difficile à établir dans cette recherche, mais que j'ai enfin réussi à démontrer, c'est que ce déterminant est toujours une *fonction* entière, mais pas nécessairement rationnelle, des *coefficients des deux quantics* qui sont associés au nivellateur.

» Cela étant convenu, on démontre avec une extrême facilité que ce déterminant est un *contrariant* du degré ω dans chaque système de coefficients des deux quantics associés.

» Cela ne suffit pas ou peut ne pas suffire en soi-même à définir complètement le contrariant cherché; nommons, en général, ce contrariant le *nivellant* des deux quantics.

» Supposons que $N_{x,y,\ldots,z,t}$ soit le nivellant pour deux quantics d'un ordre donné ω, et représentons par $N_{x,y,\ldots,z,0}$ ce que ce nivellant devient quand on réduit à zéro tous les coefficients qui appartiennent aux termes dans les

deux quantics qui contiennent t; alors il est facile de voir que

$$N_{x,y,\ldots,z,0} = N_{x,y,\ldots,z}.$$

» Cette propriété seule est suffisante (avec l'aide d'un quelconque des opérateurs différentiels qui servent pour annuler un contrariant) pour préciser le contrariant (nivellant) dans le cas de deux quantics du second ordre, et c'est ainsi que j'ai obtenu la solution de l'équation linéaire pour le cas des matrices binaires donné dans la Note précédente. Or il est bien concevable que cette loi ne peut pas suffire à déterminer les paramètres arbitraires qui entrent dans le contrariant d'ordre (ω, ω) appartenant à deux quantics de l'ordre ω.

» Mais il y a encore une autre loi (constituant par elle-même un très beau théorème) qui doit suffire surabondamment à cette fin.

» C'est une loi qui établit une liaison entre les nivellants de deux systèmes de quantics contenant chacun le même nombre de variables, mais dont l'un est d'un ordre plus grand par unité que l'ordre de l'autre.

» Supposons que N soit le nivellant de deux quantics de l'ordre ω, $F(x, y, \ldots z)$ et $G(x, y, \ldots z)$; soit N' ce que devient N quand

$$F(x, y, \ldots, z) = (lx + my + \ldots + nz) F_1(x, y, \ldots, z)$$

et

$$G(x, y, \ldots, z) = (\lambda x + \mu y + \ldots + \nu z) G_1(x, y, \ldots, z);$$

alors je dis que, quand

$$l\lambda + m\mu + \ldots + n\nu = 0,$$

le nivellant de (F_1, G_1) sera contenu comme facteur dans le nivellant modifié N'.

» A l'aide de ces principes, je me propose de calculer les nivellants pour les degrés supérieurs au second. On voit par ce qui précède que la solution de l'équation linéaire $\Sigma pxp' = T$ sera alors connue en termes des p, des p' de T et des paramètres des deux corps $p_1, p_2, \ldots, p_i, p'_1, p'_2, \ldots, p'_i$, augmentés l'un et l'autre d'une matrice unitaire. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Sur les tentatives effectuées à diverses époques pour la direction des aérostats.* Lettre de M. **Laussedat** à M. le Secrétaire perpétuel.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« Yseure, près de Moulins (Allier), 31 août 1884.

» L'Académie des Sciences reçoit en ce moment et recevra sans doute encore beaucoup de réclamations de priorité concernant la direction des ballons. La belle expérience des officiers de l'atelier de Meudon a naturellement mis en émoi les inventeurs, dont plusieurs ont des droits plus ou moins anciens, plus ou moins incontestables à faire valoir.

» Une Commission a été nommée pour examiner ces réclamations; je prends la liberté de vous adresser quelques renseignements, que vous jugerez peut-être utile de communiquer à l'Académie et à cette Commission.

» Et d'abord, il ne m'appartient pas d'indiquer la place à part qu'il convient de faire au savant M. Dupuy de Lôme. Chacun sait qu'il a été l'initiateur et le maître de tous ceux qui ont abordé sérieusement la question de la navigation aérienne, depuis la publication de son beau Mémoire sur l'aérostat à hélice, expérimenté par lui en 1872.

» Pour le public éclairé, cette expérience avait atteint son but aussi complètement qu'on pouvait l'espérer, avec les ressources limitées dont disposait l'éminent ingénieur et dans les conditions défavorables où elle avait été entreprise.

» Je n'ai jamais hésité, pour ma part, à manifester mon sentiment à cet égard (¹), et il est même de mon devoir de déclarer que je n'ai demandé, en 1876-1877, en ma qualité de Président de la Commission des communications aériennes, et obtenu de M. le général Berthaut, alors Ministre de la Guerre, la création de l'atelier de Meudon (Chalais), que parce que j'étais convaincu, non seulement de l'utilité des ballons captifs en cam-

---

(¹) *Voir* ma Communication sur les progrès récents de l'aéronautique au congrès de l'Association française pour l'avancement des Sciences. Le Havre, 1877.

Voir aussi un Rapport manuscrit rédigé en 1876 et adressé au Ministre de la Guerre, en réponse à un Questionnaire émané de la direction du service du Génie.

pagne, mais de la possibilité de diriger les ballons, de les faire lutter contre le vent, possibilité démontrée par l'expérience de M. Dupuy de Lôme.

» Actuellement, et après le succès si complet, si légitime de MM. les capitaines Renard et Krebs, personne ne conteste plus cette possibilité, bien que l'on sente qu'il reste encore beaucoup à faire pour donner au ballon dirigeable le degré de puissance qui lui permettra de rendre tous les services qu'on en attend.

» Le moment serait donc venu, ce me semble, de bien préciser les phases successives d'une invention toute française, en réunissant et en publiant les documents authentiques qui sont épars dans les archives du Ministère de la Guerre ou des établissements qui en dépendent, de l'Académie des Sciences, de la Société d'encouragement, de la Société de navigation aérienne et de quelques autres sociétés analogues. Ayant eu, par devoir, à étudier un grand nombre de ces documents, je me crois permis de signaler quelques-uns de ceux qui me semblent les plus intéressants et les plus importants, à l'Académie qui, après avoir acclamé la grande découverte des Montgolfier et applaudi aux innovations si heureuses de Charles, a eu l'insigne honneur de patronner, à quatre-vingts ans de distance, les essais de navigation aérienne tentés par deux de ses membres, l'illustre général Meusnier et M. Dupuy de Lôme.

» Les Mémoires du général Meusnier sont restés presque ignorés de la génération actuelle, parce qu'ils étaient conservés à l'École d'application de l'Artillerie et du Génie, où ils étaient peu consultés, et connus seulement de quelques personnes, qui les considéraient peut-être comme un pur objet de curiosité. On y trouve, cependant, au moins trois idées principales :

» 1° La forme allongée de l'aérostat, adoptée par la généralité des inventeurs;

» 2° L'hélice, comme agent de propulsion (et peut-être conviendrait-il de faire remarquer que Meusnier a devancé de beaucoup Sauvage et tous ceux qui se disputent la priorité de l'application de cet engin à la mise en mouvement d'un bateau);

» 3° Enfin, la poche à air ou ballonnet, imaginé de nouveau par M. Dupuy de Lôme, pour maintenir la rigidité de l'enveloppe de son ballon, et que Meusnier destinait à l'importante fonction de vessie natatoire ou de moteur vertical de bas en haut et de haut en bas, espérant pouvoir se dispenser d'ouvrir la soupape pour descendre et de jeter du lest pour remonter, en refoulant de l'air dans la poche ou en l'aspirant, au moyen d'une petite pompe placée dans la nacelle.

» Je citerai encore les travaux de Conté qui, à la vérité, s'est borné à l'étude et à la construction des ballons sphériques, et surtout des ballons captifs employés par les armées de la première République. Mais on trouve, dans le texte et dans le magnifique Atlas de ce savant doublé d'un artiste, des renseignements encore utiles aujourd'hui, sur les moyens de rendre les aérostats imperméables, sur la manœuvre et sur la construction du ballon en général.

» Je ne saurais omettre, en parlant de Conté et des premiers aérostatiers militaires de Meudon, de mentionner les essais de télégraphie optique, faits entre la nacelle d'un ballon captif et une station terrestre souvent assez éloignée (ballon captif de la terrasse de Meudon et Saint-Martin du Tertre, par exemple). Les signaux employés dans ce but et décrits dans l'un des Mémoire de Conté étaient d'une grande simplicité, et peuvent être comparés à ceux de l'alphabet Morse, qu'ils ont précédé de près d'un demi-siècle.

» Dans les actes de la Société d'encouragement, on trouve un Rapport très remarquable de M. Alcan, sur un projet de ballon dirigeable d'un grand volume et muni d'une puissante machine à vapeur, qui date, si j'ai bonne mémoire, de 1842, et qui a précédé, par conséquent, les essais si hardis de M. H. Giffard.

» Je m'abstiens d'entrer dans de plus longs détails et de citer les auteurs vivants, autres que M. Dupuy de Lôme (dont le Mémoire, publié sous les auspices de l'Académie, laissera une trace lumineuse dans l'histoire de la navigation aérienne), parce qu'il est vraisemblable que, si la Commission des aérostats fait une enquête, elle sera bien vite en possession de tous les travaux imprimés ou manuscrits des inventeurs.

» Je crois que cette enquête est très désirable et que la publication, après un examen critique des documents auxquels j'ai fait allusion, de tout ce qu'il n'importe pas de tenir secret (si tant est que le secret puisse être observé longtemps), ferait grand honneur au pays et à la Science française, et l'on conserverait ainsi plus sûrement à la postérité des œuvres remarquables que le temps ou un simple accident pourraient détruire. »

ÉLECTRICITÉ. — *Comparaison entre les anneaux colorés électrochimiques et thermiques;* par M. C. **Decharme**. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

« Quand on expose une plaque de cuivre à la flamme d'une lampe à alcool, d'un bec de Bunsen, ou mieux au jet fixe et étroit d'une lampe d'émailleur, il se produit sur le métal des couronnes irisées, autour du point chauffé. Dans de bonnes conditions, que l'expérience apprend bientôt à connaître, on obtient des anneaux colorés fixes, paraissant inaltérables à l'air. Ces *anneaux thermiques* sont tout à fait semblables aux *anneaux électrochimiques* de Nobili; comme eux, ils naissent les uns des autres et se propagent *en ondes*. Dans les deux cas, les couleurs se succèdent dans le même ordre, qui est celui des anneaux de Newton *vus par transmission*.

» Les anneaux thermiques *multiples* se réalisent au moyen d'ajutages métalliques, sortes de tambours surmontés de 2, 3, 4, etc., becs à gaz. Ces mêmes pièces servent également pour la production des anneaux électrochimiques, en implantant, dans les fines ouvertures de ces tubes, des aiguilles d'acier d'égale longueur pour chaque système. Les anneaux thermiques, simples ou multiples, se rapprochent d'autant plus des anneaux électrochimiques correspondants, que les jets de flamme sont plus faibles et moins oxydants....

» Mon Mémoire contient le Tableau comparatif des anneaux électrochimiques et thermiques; on y voit que la ressemblance se maintient jusque dans les détails. Il est accompagné de figures comparatives pour les deux ordres de phénomènes. »

M. **Rideau**, M. L. **Doderet**, M. **Perrissoud** adressent diverses Communications relatives à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. L. **Gigli** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale l'arrivée d'un certain nombre de

nouvelles Communications relatives aux causes ou au traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE

ASTRONOMIE. — *Planète (240), découverte à l'Observatoire de Marseille le 27 août 1884*; par M. **Borrelly**.

Dates. 1884.	Heures de l'observation. (Temps moyen de Marseille).	Ascension droite apparente de (240).	Distance polaire apparente de (240).	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Observat.
	h m s	h m s	° ′ ″			
Août 27.....	12. 6.36	22.36.50,82	101.17.22,82	$-\bar{3},889$	$-0,8601$	Borrelly.
» 28.....	9. 1.12	22.36. 6,55	101.22.32,23	$-\bar{1},506$	$-0,8135$	»

Position moyenne pour 1884,0 de l'étoile de comparaison, commune aux deux observations ci-dessus.

Nom de l'étoile.	Grandeur.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
7952 B.A.C. (70 Verseau)......	6ᵉ	$22^h42^m23^s,88$	101°10′3″,51	Cat. B.A.C.

PHYSIQUE. — *Détermination des longueurs d'onde des raies et bandes principales du spectre solaire infra-rouge.* Note de M. **Henri Becquerel**.

« Dans une récente Communication ([1]) sur les raies d'émission infra-rouges des vapeurs métalliques incandescentes, j'ai eu l'occasion de signaler quelques rectifications que j'avais été conduit à faire subir aux nombres adoptés dans un travail antérieur ([2]) pour les longueurs d'onde de plusieurs raies et bandes du spectre solaire. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie le résumé de mes dernières déterminations des longueurs d'onde des raies et bandes principales du spectre solaire infra-rouge.

» La région infra-rouge du spectre solaire, depuis le groupe A jusqu'à l'extrémité observable, présente, entre autres, quatre larges bandes d'absorption. Les deux bandes les plus réfrangibles ont déjà été décomposées en groupes de bandes et de raies plus fines, et il est probable qu'une étude plus complète conduira pour les deux autres à des conclusions analogues.

([1]) *Comptes rendus*, 25 août 1884.

([2]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5ᵉ série, t. XXX, p. 5.

Dans mes travaux antérieurs, j'avais désigné ces bandes, à partir de A, par les lettres A′, A″, A‴, A^{IV}.

» Les bandes A′, A″, A‴ paraissent avoir été observées par la plupart des physiciens qui ont exploré le spectre solaire infra-rouge à l'aide des méthodes thermoscopiques, notamment par MM. J. Herschel, Fizeau et Foucault, Desains, Lamansky. Ces mêmes bandes ont été signalées par mon père en 1866, au moyen des phénomènes de phosphorescence, mais les valeurs, notablement différentes entre elles, que les divers physiciens avaient attribuées à la longueur d'onde de ces radiations, n'avaient pas permis d'identifier avec certitude les résultats de leurs recherches. En 1847, M. Fizeau avait donné le nombre $0^{mm},001445$ pour la longueur d'onde d'une bande qui paraît être la bande A‴. D'un autre côté, par la méthode phosphorographique, mon père avait trouvé pour cette même bande des nombres variables entre $0^{mm},001460$ et $0^{mm},001200$, et s'était arrêté au nombre $0^{mm},001220$ pour le bord le plus réfrangible de cette bande. Il était nécessaire de mesurer directement ces longueurs d'onde par l'emploi d'un réseau.

» En 1879, M. Abney dressa une très belle Carte du spectre normal infra-rouge, obtenue photographiquement et s'étendant jusque vers la longueur d'onde $0^{mm},000980$. Dans mes précédentes recherches, j'avais pu, au moyen des effets de phosphorescence, mesurer les longueurs d'onde dans les spectres de diffraction d'un réseau, jusque vers $0^{mm},001000$, mais le faible éclat des spectres ne m'avait pas permis d'aller plus loin, et j'avais adopté le nombre $0^{mm},001220$ pour le bord le plus réfrangible de la bande A‴, que l'on observe très facilement dans le spectre prismatique; les nombres supérieurs à $0^{mm},001000$, publiés dans le travail cité plus haut, étaient donc obtenus au moyen d'une interpolation basée sur cette hypothèse.

» Dans un Mémoire publié en 1883, M. Langley a déduit les longueurs d'onde des bandes A′, A″, A‴, A^{IV} de leur position dans le spectre prismatique, au moyen d'un ingénieux procédé de graduation de son spectrobolomètre, et les nombres qu'il avait ainsi obtenus différaient notablement, à partir de $0^{mm},001000$, de ceux auxquels conduisait notre interpolation hypothétique. Je me suis proposé alors de reprendre ces déterminations en projetant les spectres de diffraction d'un réseau sur des substances phosphorescentes beaucoup plus sensibles aux radiations infra-rouges que celles qui étaient à ma disposition au moment de mes premières recherches. Ces substances m'ont permis de mesurer avec une assez grande approximation les longueurs d'onde des bandes en question,

ainsi que de plusieurs autres raies plus fines; les nombres qui se déduisent de ces déterminations sont assez voisins de ceux qu'avait obtenus M. Langley avec son bolomètre, mais la finesse des détails que donne la méthode d'observation dont j'ai fait usage est beaucoup plus grande.

» Les rayons solaires, concentrés sur une fente étroite, au foyer d'un collimateur, tombaient sur un très beau réseau tracé sur métal par M. Rutherfurd, et que M. Mascart avait bien voulu me prêter. Ces rayons étaient ensuite concentrés par une lentille, puis traversaient un prisme à sulfure de carbone dont les arêtes avaient une direction normale à celle de la fente et des traits du réseau, et ils venaient former sur la substance phosphorescente une série de spectres obliques pour lesquels les radiations des spectres de différents ordres étaient juxtaposées et non superposées. La fente était suffisamment étroite pour que l'on pût voir nettement les principales raies de la région lumineuse, et, en comparant la position des raies et bandes de la région infra-rouge du premier spectre avec celle des raies connues de la région lumineuse des spectres du deuxième et du troisième ordre, on obtenait leur longueur d'onde avec une approximation qui ne dépendait que de l'exactitude du pointé.

» Le Tableau suivant contient les nombres obtenus pour les principales raies et bandes, nombres qui paraissent exacts à 1 ou 2 millièmes de millimètre près, et qui doivent être substitués à ceux qui ont été publiés dans mes précédentes recherches.

Longueurs d'onde des principales raies et bandes du spectre solaire infra-rouge, exprimées en mllionièmes de millimètre.

760,4	A	
771		
783		
791 à 796		
804		
819		(Sodium).
830		
844		
858 à 862		(Correspond à un groupe de calcium).
876		
898 à 900		(Magnésium).
917 à 920		Bande ou groupe de raies.
934 à 945		
950 à 965	A′	Groupe de raies et bandes très voisines.
968		
992		
1025		
1069 à 1075		
1115 à 1119	A″	Groupe de deux bandes qui paraissent être celles que M. Abney a appelées φ_1 et φ_2
1132 à 1142		
1142		(Sodium).
1200		(Magnésium).
1254		
1351 à 1400	A‴	Bord net à 1351. Paraît être la bande que M. Abney appelle Ψ.
1440		Bande faible.
1510 à 1560		Groupe de bandes.
1800 à 1880	A^{IV}	Nombres approchés; bande appelée Ω par M. Langley.

» Les résultats qui précèdent montrent que la méthode phosphorographique, lorsque les substances phosphorescentes sont convenablement

choisies, permet d'explorer le spectre infra-rouge aussi loin que les méthodes thermoscopiques et plus loin que les actions chimiques. Cette méthode a sur les autres l'avantage de donner des indications instantanées et de présenter une image d'ensemble de la région étudiée. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Formation et développement des cellules nerveuses de la moelle épinière des Mammifères.* Note de M. W. VIGNAL, présentée par M. Marey.

« Les cellules nerveuses ne font, dans la moelle de l'embryon de brebis [1], leur apparition, d'une façon nette et absolument certaine, qu'à l'époque qui correspond à la dixième semaine de la vie utérine de l'embryon humain; elles proviennent d'une transformation des cellules qui forment la substance grise embryonnaire, et que nous avons décrites dans une Communication précédente [2]. Les cellules nerveuses apparaissent simultanément dans cette substance en deux groupes principaux : l'un est situé au bas de la corne antérieure, l'autre plus haut et sur le côté externe de cette corne. Ces deux groupes correspondent respectivement, dans la moelle dorsale, au groupe antérieur et au groupe de la corne latérale; quelques autres cellules disséminées irrégulièrement se voient encore dans la corne antérieure.

» Lorsqu'on étudie ces cellules dans une préparation obtenue par dissociation, on voit qu'elles sont plus grandes que celles qui les environnent; leur forme est très variable, irrégulière; elles ont de longs prolongements très grêles, qui quelquefois se divisent; leur noyau est toujours volumineux, il a un contour fort net et renferme, outre des granulations peu distinctes, un ou deux nucléoles; leur protoplasma ainsi que ses prolongements se colorent faiblement par l'osmium. Ce protoplasma est peu dense, il rappelle comme aspect une émulsion d'albumine légèrement teintée en brun; il renferme souvent de nombreuses vacuoles quelquefois très petites, d'autrefois assez volumineuses; ces vacuoles ne se trouvent jamais dans les prolongements.

» Entre cette forme, qui est la plus avancée, et les vraies cellules em-

---

(1) Mes études ont été faites sur des embryons de mouton, car, comme il est nécessaire d'avoir des embryons tout à fait frais, ceux qui viennent d'avortement ou d'autopsie ne sont pas dans de bonnes conditions.

(2) *Comptes rendus*, 23 juin 1884.

bryonnaires, qui constituent à cet âge la masse principale de la substance grise de la moelle, on rencontre toute une série intermédiaire.

» Dans un embryon de mouton long de $0^m,10$ et correspondant comme âge à un fœtus humain de trois mois et demi, on voit encore dans la corne antérieure quelques cellules qui présentent le même aspect que celles que nous venons de décrire, mais généralement elles sont plus volumineuses, ont de nombreux prolongements, qui se ramifient souvent; leur noyau est volumineux, nettement délimité, renferme un ou deux nucléoles brillants. Leur protoplasma se colore en brun clair par l'acide osmique, il renferme de grosses granulations peu réfringentes, qui ne sont jamais nettement délimitées, mais qui se confondent plus ou moins avec la masse générale qui les enveloppe.

» Les prolongements des cellules nerveuses ont le même aspect que le protoplasma; ils se ramifient souvent. Dans les cellules les plus développées on aperçoit généralement un prolongement plus grêle que les autres, qui jamais ne se ramifie et qui paraît être formé par une substance homogène; nous avons tout lieu de croire que c'est le prolongement de Deithers.

» Les cellules de la colonne de Clarke font leur apparition dans l'embryon de brebis lorsque celui-ci a $0^m,17$ de long, et qu'il correspond, comme âge, à un fœtus humain de quatre mois.

» Jusqu'à ce que les embryons du mouton aient atteint une longueur de $0^m,25$, ce qui correspond environ au cinquième mois et demi de la vie utérine de l'embryon humain, le protoplasma des cellules nerveuses des cornes antérieures ne change pas sensiblement d'aspect; il devient seulement plus ferme et les prolongements augmentent de volume; il est alors plus facile de voir leurs divisions, mais la structure de la cellule reste la même. A cette époque apparaissent les cellules des cornes postérieures.

» Au sixième mois de la vie utérine de l'embryon humain et à l'époque correspondante dans celui de la brebis, on voit que, dans quelques cellules des cornes antérieures, la surface du protoplasma formant le corps cellulaire prend une apparence vaguement striée. Cette apparence est due à ce que les granulations du protoplasma, devenues plus fines, se rangent en séries linéaires; mais de fibrilles proprement dites, on n'en découvre pas la moindre trace. Cet arrangement des granulations n'existe généralement pas dans tout le protoplasma, mais seulement dans une partie : il ne s'étend jamais dans les prolongements.

» Au septième mois, la majorité des cellules des cornes antérieures présentent dans le protoplasma entourant le noyau, soit dans toute son étendue, soit seulement dans une partie, une différenciation fort nette, sous la forme de fibrilles excessivement grêles, entre lesquelles se trouvent des granulations protoplasmiques.

» Au huitième mois, presque toutes les cellules des cornes antérieures possèdent une véritable structure fibrillaire; celle-ci s'étend même souvent dans les prolongements, tandis que, dans celles des cornes postérieures, la fibrillation n'est pas encore distincte.

» A la naissance, il est rare de voir des cellules qui ne soient pas striées; cependant on en rencontre toujours quelques-unes. Les cellules nerveuses sont alors tout à fait semblables à celles de la moelle adulte; elles présentent les détails de structure que nous leur connaissons, d'après les travaux de Deithers et M. Schultze. Leur volume est cependant moindre que celui des cellules adultes, et elles ne renferment jamais de granulations pigmentaires, ce qui semble bien indiquer que ces dernières sont des produits de dégénérescence.

» Je rappellerai, en terminant, que quelques auteurs d'Anatomie comparée ont émis l'hypothèse que, à un certain moment de son développement, la moelle est formée par une série de ganglions soudés bout à bout, et qu'elle représente alors la chaîne nerveuse de certains invertébrés. Les travaux des embryogénistes ont fait justice, jusqu'à un certain point, de cette supposition, en démontrant qu'elle ne présente pas une série de renflements et de rétrécissements.

» Il restait à savoir si, lorsque les cellules se forment, elles ne sont pas réunies par petits groupes, de façon à constituer des ganglions *dissimulés*. A l'aide de coupes transversales faites en série et de coupes longitudinales, je me suis assuré qu'à aucun moment du développement les cellules ne forment des groupes qu'on pût assimiler à des ganglions : elles s'étendent sous forme de colonnes presque régulières dans toute la longueur de la moelle [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au Laboratoire d'Histologie du Collège de France.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur des phénomènes lumineux observés en Suisse autour du Soleil.* Deuxième Note de M. **F.-A. Forel.**

« Un second voyage dans les Alpes me permet de confirmer et de compléter ma première Note, communiquée à l'Académie dans la séance du 11 août 1884 (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 289). J'avais constaté qu'en pénétrant dans les montagnes du Valais, à la fin de juillet, je voyais apparaître une couronne rougeâtre, entourant le disque du Soleil dans un ciel serein; chaque fois que j'ai vu l'astre dans la vallée de Saas-Fée (altitude 1800^m et plus) du 22 juillet au 4 août, le phénomène a été évident. Lorsque je suis descendu dans la plaine, au bord du lac Léman (altitude 380^m), la couronne s'est éteinte et je n'en ai plus vu que des traces peu distinctes. Je suis retourné de nouveau dans les Alpes valaisanes et bernoises, du 18 au 26 août, et, aussitôt que je me suis élevé à l'altitude de 1000^m, j'ai vu reparaître le phénomène; à 1500^m, il était très bien visible; à 2000^m, à 3000^m, il avait un éclat très remarquable.

» Le 24 août, par une belle journée, j'ai pu vérifier l'influence de l'altitude sur l'apparition de la couronne. Parti de l'hospice de Grimsel (altitude 1870^m), où le cercle rouge était très bien marqué, je l'ai vu diminuer d'intensité à mesure que je descendais dans la vallée de Hasli; à Innertkirchet (altitude 625^m), le rouge n'était plus sensible, mais il est redevenu visible aussitôt que je suis remonté à Rosenlauï (altitude 1330^m), et à la grande Scheidegg (altitude 1960^m), la couronne avait tout son éclat. Je ne l'ai jamais vue plus brillante que dans des courses sur les hauts névés du glacier de Fée (altitude 3000^m), du glacier du Rhône (altitude 2800^m), ou sur le glacier de l'Aar inférieure, près de l'Abschwung (altitude 2550^m).

» Confirmant ainsi les observations que j'avais faites à Saas-Fée, je dirai que, pendant les mois de juillet et d'août 1884, il est apparu autour du Soleil une couronne rougeâtre, mal visible de la plaine et dans les basses altitudes, qui ne devenait évidente et brillante que quand on s'élevait à 1000^m, ou mieux à 2000^m au-dessus de la mer.

» Je me permettrai d'inviter les aéronautes, qui auraient l'occasion de s'élever prochainement en ballon, à donner attention à ce phénomène, et à noter l'altitude à laquelle ils pourraient l'observer.

» J'ai une petite correction à apporter à ma première Note. Je disais que le limbe central était d'un blanc d'argent; cela est vrai lorsque le Soleil est

bas sur l'horizon; mais, lorsqu'il est près du méridien, le limbe central, toujours très brillant, présente souvent des teintes bleuâtres très évidentes.

» Quant aux dimensions de la couronne, voici les mesures, d'approximation peu serrée, que je puis donner; l'indécision des limites du cercle permettrait difficilement des chiffres plus exacts :

	Rayon.
	° °
Bord interne du cercle rouge	7–10
Milieu du rouge	12–14
Bord externe du rouge	18–22

» Il n'y a rien là qui se rapproche du halo; c'est donc une couronne. Cette couronne n'est pas liée à l'état météorologique de l'air, dans ses couches inférieures. En effet, pendant les deux périodes où j'ai observé le phénomène, chaque fois que le ciel était serein, soit du 22 juillet au 4 août à Saas-Fée, et du 18 au 25 août dans les Alpes bernoises, nous avons eu en Suisse tous les états météorologiques possibles. Je le montrerai en indiquant les centres de minimum et de maximum barométriques sur l'Europe.

	Cyclones.	Anticyclones.
23 juillet...........	Nord de l'Europe.	Suisse.
26 »	Moscou.	Golfe de Gascogne.
28 »	Hollande-Rome.	Atlantique.
30 »	Danemark-Turquie.	France.
2 août	Nord de l'Irlande.	Alger.
5 »	»	Centre de l'Europe.
18 »	Angleterre.	Hongrie.
20 »	Prusse-Sardaigne.	Atlantique.
22 »	Sud de l'Adriatique.	Mer du Nord.
24 »	Nord de l'Écosse.	Centre d'Europe.
25 »	Portugal-Norvège.	Suisse-Irlande.

» Avec des répartitions aussi différentes de la pression atmosphérique, nous avons été, en Suisse, sous l'influence de courants d'air venant alternativement des quatre points cardinaux; nous avons été soumis successivement à des vents chauds ou froids; nous avons été plongés dans un air successivement sec et humide; nous avons eu la neige à la Furka, et le foehn à Grindelwald. Presque toutes les conditions météorologiques de la saison ont été reproduites, et cependant le phénomène a toujours été visible quand le ciel était serein. La couronne que je décris n'est donc pas liée à l'état météorologique de l'air, dans ses couches inférieures du moins.

» Il nous faut donc supposer qu'il existe un nuage de poussières, sus-

pendu dans les couches supérieures de l'atmosphère, qui stationne sur le centre de l'Europe. D'après les observations de M. Jamin (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 290) et de M. Arcimis (*Nature*, t. XXX, p. 324), ce nuage se serait étendu au moins jusqu'à Paris et Madrid; d'après les observations isolées, faites en plaine par d'autres personnes et par moi-même, ce nuage planerait sur la Suisse depuis le commencement de l'été.

» Quelle est la nature de ces poussières? Je ne me prononce pas.

» Je sollicite l'attention des naturalistes, des physiciens et des voyageurs qui pénètrent dans les couches élevées de l'atmosphère, soit sur les montagnes, soit en ballon, sur ce phénomène optique tout à fait extraordinaire, de l'avis de tous ceux qui l'ont observé.

» *P. S.* — Hier 30 août et aujourd'hui 31 août, par un ciel serein d'une belle limpidité, la couronne est apparue évidente à Morges (altitude 380^{m}), mais d'un éclat beaucoup plus pâle que dans les montagnes; les teintes rougeâtres sont à peine marquées. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Sur l'établissement d'un télégraphe optique entre l'île de la Réunion et l'île Maurice.* Extrait d'une Lettre de M. **Bridet** à M. Faye.

« Saint-Denis, le 5 août 1884.

« Un fait scientifique considérable vient de se produire à la Réunion, et M. Adam m'a chargé d'en donner les détails :

» Vous savez que l'année dernière M. Adam s'était établi sur la montagne du bois de Nèfles, en vue de Saint-Denis, à une altitude de 1100^{m}; M. Adam avait choisi ce lieu parce qu'il pouvait transmettre immédiatement, par signaux optiques, les dépêches qu'il devait recevoir pour Saint-Denis. M. Adam arriva à la Réunion dans la dernière semaine du mois de juin et il s'empressa de monter au piton du bois de Nèfles, que, dans notre enthousiasme anticipé, nous appelions déjà le *pic Adam*.

» Six jours après, M. Adam redescendait; ayant passé ce temps dans les nuages et convaincu que ce lieu de station n'était pas pratique, il l'abandonnait résolûment, et écrivait à Maurice, donnant des instructions pour braquer la lunette mauricienne sur le piton Lacroix, à Sainte-Rose, où il allait établir son poste d'observation.

» L'avantage de ce nouveau poste est d'être plus rapproché de Maurice de 40^{km}; sa hauteur de 650^{m} permettait au rayon lumineux de passer à environ 100^{m} au-dessus de l'horizon; il y avait donc plus de chances qu'au piton du bois de Nèfles pour apercevoir la lumière de Maurice.

» En onze jours, une installation provisoire était faite sur le piton Lacroix, et la lunette braquée sur la direction du pic Vert à Maurice.

» Les calculs de M. Adam furent si exactement faits que, dans la nuit du 12 au 13 juillet, on aperçut le feu de Maurice : il n'y avait pas eu de rectification dans la direction de la lunette du piton Lacroix de plus d'une minute de degré, et pendant deux heures on échangea des phrases entre Maurice et la Réunion au moyen de la lampe de pétrole; la communication était établie d'une manière invariable, et M. Adam revenait le lendemain à Saint-Denis pour faire part au Comité syndical de son heureuse réussite.

» Ils s'agissait alors de fonder une Société pour aider les dix membres faisant partie du syndicat à mener cette grande entreprise à bonne fin; c'est à quoi nous nous occupons en ce moment.

» M. Adam a relié le piton Lacroix, par les signaux optiques, à une station située à Saint-Benoît, où aboutit la ligne télégraphique qui transmettra à Saint-Denis les dépêches de Maurice, ainsi que cela a lieu maintenant. Quant à Maurice, il va établir sur la montagne du Pouce une station qui transmettra à Port-Louis les dépêches du pic Vert, auquel on ne parvient aujourd'hui que par piétons mettant douze ou quatorze heures pour y arriver.

» Vous le voyez, cette grande conception, ce problème qui semblait irréalisable à tout le monde, est désormais un fait acquis; grâce à la persévérance d'un homme qui ne s'est laissé rebuter par aucun obstacle et dont l'intelligence a triomphé des difficultés qui entouraient cette entreprise, nos deux îles sœurs sont reliées aujourd'hui par la lumière et, dans trois ou quatre mois, alors que les cases en paille qui servent d'abri aux instruments seront remplacées par des constructions plus solides, alors qu'un personnel instruit sera formé, nous échangerons des communications quotidiennes avec nos voisins. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 SEPTEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président**, à la suite de la Correspondance, prononce les paroles suivantes :

« Mes chers Confrères,

» Permettez-moi d'interrompre un instant vos travaux pour vous adresser quelques paroles qui recevront certainement votre assentiment unanime.

» Notre illustre Confrère M. Chevreul vient d'entrer dans sa quatre-vingt-dix-neuvième année. Je saisis avec empressement cet anniversaire, où une année nouvelle vient de s'ajouter à sa longue et glorieuse vie, pour lui renouveler, au nom de l'Académie et en mon nom personnel, l'expression des sentiments d'affection et de profond respect que nous lui avons dès longtemps voués.

» Nous sommes heureux de constater aujourd'hui la continuation de la brillante santé de notre illustre doyen, dont la puissante organisation physique et intellectuelle semble à l'abri des atteintes du temps.

» Nous pouvons donc avoir la confiance que, pendant de longues années encore, nous aurons le bonheur de voir, chaque lundi, notre vénéré Confrère venir, avec l'exactitude dont il a toujours donné l'exemple, prendre dans nos séances la grande et glorieuse place qu'il y occupe depuis plus d'un demi-siècle, aux applaudissements du monde scientifique tout entier. »

M. **Chevreul** remercie M. le Président et exprime sa reconnaissance de l'accueil affectueux qu'il a toujours rencontré au sein de l'Académie.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Recherches sur la marche générale de la végétation dans une plante annuelle. Principes azotés et matières minérales;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Après avoir défini (¹) la formation et la répartition des principes hydrocarbonés dans la plante, il convient de parler des principes azotés.

» *Principes albuminoïdes.* — Le Tableau de la composition générale de la plante montre que ces principes, stationnaires au moment de la germination, comme M. Boussingault l'a fait observer, s'accroissent ensuite rapidement, jusqu'à atteindre mille fois leur poids initial. Leur rapport au poids total du végétal ne varie cependant pas beaucoup (14 à 21 centièmes), jusqu'à l'époque de la floraison; il diminue ensuite et se réduit à 5 centièmes environ, au moment de la fructification et de la mort du végétal : ce qui tient soit à la destruction partielle des composés azotés, soit à la formation prépondérante du ligneux.

» Dans la plante privée d'inflorescence, la même cause détermine un écart plus grand encore, les albuminoïdes se réduisant à 3 centièmes. La proportion relative des albuminoïdes varie donc en sens inverse de celle du ligneux. Elle décroît aussi par rapport à celle des principes hydrocarbonés solubles, celle-ci variant à peine pendant la végétation de la bourrache.

» Venons à la répartition des albuminoïdes :

(¹) Séance du 1er septembre 1884, p. 403.

RÉPARTITION DES PRINCIPES ALBUMINOÏDES.

	Végétation. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 septembre.	Plante séchée sur pied. — 7 septembre.	Plante sans inflorescence. — 7 septembre.
			Poids absolu.		
	gr	gr	gr	gr	gr
Feuilles.......	0,253	0,191	0,453	0,415	0,486
Tiges.........	0,048	0,0235	0,651	0,439	0,906
Racines.......	0,003	0,034	0,043	0,078	0,093
Inflorescence. .	0,000	0,056	1,586	0,683	0,000
Plante totale..	0,304	0,305	2,733	1,615	1,495
		Poids relatif (en centièmes).			
Feuilles.......	25,4	23,1	7,4	6,2	6,0
Tiges.........	13,4	6,5	2,6	3,1	2,6
Racines.......	8,2	6,6	1,9	2,8	2,0
Inflorescence...	0,0	18,8	10,3	7,1	0,0
Plante totale..	2,17	14,7	5,6	4,9	3,2

» Cette répartition est très caractéristique; car les albuminoïdes se trouvent concentrés au début dans la feuille, siège des parties vertes et du travail de réduction qui fixe le carbone et les éléments de l'eau. Plus tard, ils se portent dans les inflorescences et dans le fruit, où a lieu le travail non moins actif de la reproduction; tandis que dans les feuilles, où la vie diminue, la proportion relative de la matière azotée tombe au quart de ce qu'elle était d'abord. Cette diminution relative se fait d'ailleurs aussi dans la tige et dans la racine, à cause de l'accroissement des matières hydrocarbonées.

» On peut même préciser davantage, en analysant séparément la tige et les pétioles, réunis dans les analyses précédentes. Nous avons trouvé en effet dans une plante sans inflorescence (22 juin) : 3,7 centièmes de principes albuminoïdes dans la tige et 5,7 centièmes dans les pétioles : les feuilles contenant 20,5 centièmes. Dans les racines et les radicelles de la même plante la proportion des albuminoïdes était à peu près la même et voisine de 6 centièmes. Tous ces faits sont caractéristiques.

» Il ne nous reste plus qu'à examiner les variations des matières minérales, solubles et insolubles, et leur répartition dans les diverses conditions de l'évolution végétale.

» *Sels de potasse.* — Les sels organiques résultent de l'association des bases minérales avec les acides organiques, lesquels sont en général des

produits d'oxydation, corrélatifs de la même fixation d'oxygène qui engendre l'acide carbonique et les azotates. Examinons comment ils varient et où ils se localisent.

» D'après les Tableaux de la page 406, les sels de potasse, tirés du sol et des engrais, croissent avec la plante, depuis un quart de milligramme jusqu'à 3gr environ.

» Leur proportion relative varie peu, de la plantule à la plante desséchée; car elle oscille entre 6 et 10 centièmes. Le minimum répond à la plante privée d'inflorescence, c'est-à-dire à la prépondérance du ligneux.

RÉPARTITION DES SELS DE POTASSE.

	Végétation. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 septembre.	Plante séchée sur pied. — 7 septembre	Plante sans inflorescence. — 7 septembre.
	Poids absolu du potassium.				
Feuilles.......	gr 0,034	gr 0,037	gr 0,275	gr 0,297	gr 0,254
Tiges.........	0,023	0,033	0,962	0,529	1,023
Racines.......	0,0015	0,034	0,079	0,151	0,102
Inflorescence...	0,000	0,0085	0,481	0,623	0,000
Plante totale.	0,0585	0,1125	1,797	1,600	1,379
	Poids relatif du carbonate de potasse (en centièmes).				
Feuilles.......	5,6	7,9	8,0	6,6	5,5
Tiges.........	12,0	15,9	6,7	6,4	5,2
Racines.......	5,7	11,7	5,1	9,0	3,8
Inflorescence...	0,0	5,0	5,4	11,6	0,0
Plante totale.	7,2	9,6	6,4	8,2	5,1

» Les sels de potasse croissent en poids absolu jusqu'à la fructification, et cet accroissement porte surtout sur la tige, siège principal de la formation du ligneux, et sur les organes de la fructification. Leur proportion relative a été trouvée maximum dans la tige et la racine, au moment de la floraison. Plus tard, ils tendent à se répartir également dans les diverses régions. La plante séchée sur pied a seule donné un excès dans les organes de fructification. Toutes ces relations sont essentielles au point de vue spécial de la formation des azotates, que nous nous proposons d'examiner bientôt.

» *Matières minérales insolubles.* — Ces matières sont formées de silice, de phosphate de chaux et de carbonate de chaux, ce dernier représentant

les sels organiques détruits par l'incinération. Le poids absolu de ces matières va croissant dans la plante jusqu'à 3gr à 6gr (Tableau, p. 406); leur proportion relative est voisine, en général, de 10 centièmes à toute époque; leur répartition est donnée par le Tableau suivant :

	Végétation. — 29 mai.	Floraison. — 12 juin.	Fructification. — 7 septembre.	Plante séchée sur pied. — 7 septembre.	Plante sans inflorescence. — 7 septembre.
			Poids absolu.		
Feuilles	gr 0,132	gr 0,091	gr 1,378	gr 1,270	gr 2,046
Tiges	0,026	0,019	1,840	0,582	1,658
Racines	0,003	0,037	0,241	0,106	0,525
Inflorescence	0,000	0,021	2,473	0,920	0,000
Plante totale	0,161	0,168	5,932	2,878	4,224
			Poids relatif (en centièmes).		
Feuilles	13,6	11,0	22,5	18,7	24,9
Tiges	7,3	5,4	7,3	4,0	4,8
Racines	18,2	7,0	8,6	3,7	11,3
Inflorescence	0,0	6,8	15,4	9,5	0,0
Plante totale	12,2	8,3	11,8	8,4	8,9

» Ainsi les matières minérales insolubles s'accumulent dans les feuilles et dans les inflorescences, de préférence à toutes les autres parties : ce qui s'explique en admettant que les feuilles sont le *terminus* de la circulation des liquides. La proportion relative de ces matières atteint le cinquième et jusqu'au quart du poids total des feuilles. Pour que les matières minérales insolubles arrivent jusque-là, il est nécessaire qu'elles soient transportées par les liquides sous forme de dissolution ou d'émulsion. Les réactions qui les soustraient à la circulation des liquides s'effectuent surtout dans les feuilles et les inflorescences. La quantité absolue des matières minérales est d'ailleurs notable dans la tige; mais la proportion relative y est minimum, et tombe vers 4 centièmes au moment de la mort du végétal. Les racines, que leur contact avec le sol semblerait rendre éminemment propres à déterminer la fixation des matières insolubles, n'en renferment au contraire que le poids absolu le plus faible, si ce n'est dans la plante privée d'inflorescences. Au point de vue relatif, la proportion de ces matières dans la racine a été trouvée la plus grande au début, la plus petite au moment de la mort du végétal. »

ALGÈBRE. — *Sur la résolution générale de l'équation linéaire en matrices d'un ordre quelconque.* Note de M. SYLVESTER (¹).

« C'est dans les *Lectures*, publiées en 1844, que pour la première fois a paru la belle conception de l'équation identique appliquée aux matrices du troisième ordre, enveloppée dans un langage propre à Hamilton, après lui mise à nu par M. Cayley dans un très important Mémoire sur les matrices dans les *Philosophical Transactions* pour 1857 ou 1858, et étendue par lui aux matrices d'un ordre quelconque, mais sans démonstration; cette démonstration a été donnée plus tard par feu M. Clifford (*voir* ses œuvres posthumes), par M. Buckheim dans le *Mathematical Messenger* (marchant, comme il l'avoue, sur les traces de M. Tait, d'Edimbourg), par M. Ed. Weyr, par nous-même, et probablement par d'autres; mais les quatre méthodes citées plus haut paraissent être tout à fait distinctes l'une de l'autre.

» Par le moyen d'une chaîne de matrices couplées (disons N), opérant non pas sur une matrice générale, mais sur une matrice x (disons du degré ω) d'une forme spéciale suivie par un autre opérateur V qui aura l'effet de réduire la matrice du degré ω de Nx (dont les éléments sont des fonctions linéaires des éléments de x) à une forme identique à celle de x, il est facile de voir qu'à l'opérateur composé VN on peut faire correspondre une matrice d'un *ordre quelconque* non supérieur à ω^2, et c'est ainsi virtuellement que Hamilton, à cause d'une transformation qu'il effectue sur l'équation linéaire générale, est tombé dans ses *Lectures* sur la matrice du troisième ordre, et ce n'est que dans les *Éléments* publiés en 1866 (après sa mort) qu'on trouve quelque allusion à l'équation identique pour les matrices du quatrième ordre.

» On pourrait nommer l'opérateur composé VN, pour lequel l'équation identique est d'un degré moindre que ω^2, *nivellateur qualifié*, mais il est essentiel de remarquer que ces opérateurs ne posséderont pas les propriétés analogues à celles des matrices que possèdent ces nivellateurs purs dont il est question dans ma méthode. Comme exemple d'un nivellateur qualifié, on pourrait admettre que le x (matrice du deuxième ordre), sur lequel opère le N, aura son quatrième élément zéro, et que l'effet du V sera d'abolir le quatrième élément dans Nx, où l'on peut supposer (et cette supposition est,

(¹) Suite de la Communication du 1er septembre, p. 409.

dans son essence, à peu près identique à la méthode des vecteurs de Hamilton) que le premier et le quatrième élément de x sont égaux, mais de signes contraires, et que l'effet de V est de substituer dans la matrice du second ordre $N(x)$ la moitié de la différence entre le premier et le quatrième élément au lieu du premier et, au lieu du quatrième, cette même quantité avec le signe algébrique contraire.

» Évidemment un tel opérateur donnera naissance à une matrice et sera assujetti à une équation identique du troisième ordre. Avant de conclure, pour convaincre de la justesse de la formule importante $\frac{1}{8}[(\dot{P}')^2 P^2 - 4(\dot{P}', P)^2] - \frac{1}{2}\sqrt{I.I'}$ (1), applicable au cas d'un nivellateur du second ordre à quatre couples de matrices, il sera bon d'en donner une démonstration parfaite *a posteriori*, ce qu'une transformation légitime rend très facile à faire. Remarquons que le déterminant du nivellateur

---

(1) Pour rendre intelligible cette formule, il est nécessaire de dire que l'expression

$$\frac{1}{8}[(\dot{P}^1)^2 P^2 - 4(\dot{P}^1.P)^2],$$

donnée dans la Note du 21 juillet (p. 117), a besoin d'une correction (dont je pensais avoir fait mention dans le texte) : il faut lui ajouter la *racine carrée* d'un contrariant connue du quatrième degré (appartenant aux deux *formes associées*), laquelle sera une fonction rationnelle des éléments des matrices du nivellateur. Pour le cas d'un nivellateur à quatre couples de matrices, c'est la racine carrée du produit de I et I', les discriminants des deux formes associées prises séparément; en nommant les quatre matrices à gauche

$$\begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} \quad \begin{matrix} a' & b' \\ c' & d' \end{matrix} \quad \begin{matrix} a'' & b'' \\ c'' & d'' \end{matrix} \quad \begin{matrix} a''' & b''' \\ c''' & d''' \end{matrix},$$

la racine carrée de I sera égale au déterminant

$$\begin{vmatrix} a & b & c & d \\ a' & b' & c' & d' \\ a'' & b'' & c'' & d'' \\ a''' & b''' & c''' & d''' \end{vmatrix},$$

qu'on peut nommer le développant de ces quatre matrices; de même la racine carrée de I' sera égale au développant des quatre matrices correspondantes à droite, de sorte que le terme irrationnel dans la formule pour le nivellant à quatre couples de matrices est égal au produit de ces deux développants; dans le cas général, la partie *relativement* irrationnelle de la formule pour un nivellant sera égale à la somme de tous les produits de développants accouplés qu'on peut former en combinant quatre à quatre, ensemble, les couples de matrices qui en dépendent. Dans le cas où le nivellateur contient moins de quatre couples, la racine carrée disparaît entièrement de la formule pour le nivellant. Je nommerai $\dot{P}'.P$ et $(\dot{P}^1)^2 P^2$, $\mathfrak{I}_1$ et $\mathfrak{I}_2$ respectivement.

du second ordre $\sum \begin{matrix} a & b \\ c & d \end{matrix} (\ ) \begin{matrix} \alpha & \beta \\ \gamma & \delta \end{matrix}$ est le déterminant de la matrice suivante :

$$\begin{matrix} \Sigma a\alpha & \Sigma c\alpha & \Sigma a\beta & \Sigma c\beta \\ \Sigma b\alpha & \Sigma d\alpha & \Sigma b\beta & \Sigma d\beta \\ \Sigma a\gamma & \Sigma c\gamma & \Sigma a\delta & \Sigma c\delta \\ \Sigma b\gamma & \Sigma d\gamma & \Sigma b\delta & \Sigma d\delta \end{matrix}$$

laquelle contiendra dans le cas supposé 144 termes, puisque chaque Σ comprend 4 produits : mais, sans perdre en généralité, on peut prendre une forme de nivellateur dont le déterminant ne comprendra pas plus de 24 termes; car il est facile de démontrer que, si aux 4 matrices de gauche on substitue 4 fonctions linéaires quelconques, pourvu que sur les 4 de droite on opère une substitution contragrédiente à la substitution précédente, la valeur du déterminant ne subira nul changement. On peut donc supposer que les 4 matrices de gauche sont

$$\begin{matrix} 10 & 01 & 00 & 00 \\ 00 & 00 & 10 & 01 \end{matrix}$$

respectivement, et, si la formule est vérifiée dans cette supposition (vu que les *contravariants* des deux quantics associés ne sont pas affectés par les substitutions contragrédientes opérées sur les deux systèmes de matrices), elle sera non pas seulement *vérifiée*, mais absolument *démontrée* pour les valeurs parfaitement générales des deux systèmes.

» Avec ces valeurs des matrices gauches, la matrice écrite plus haut, $\left(\text{en prenant } \begin{matrix} \alpha\beta & \alpha'\beta' & \alpha_1\beta_1 & \bar\alpha\bar\beta \\ \gamma\delta & \gamma'\delta' & \gamma_1\delta_1 & \bar\gamma\bar\delta \end{matrix}\right)$ pour les matrices à droite, devient

$$\begin{matrix} \alpha & \alpha_1 & \beta & \beta_1 \\ \alpha' & \bar\alpha & \beta' & \bar\beta \\ \delta & \gamma_1 & \delta & \delta_1 \\ \gamma' & \bar\gamma & \delta' & \bar\delta \end{matrix}$$

dont je nommerai le déterminant Q.

» De plus, le quantic à gauche deviendra $xt - yz$, et le quantic à droite

$$\begin{aligned} &(\alpha\delta - \beta\gamma)x^2 + (\bar\alpha\bar\delta - \bar\beta\bar\gamma)t^2 + (\alpha'\delta' - \beta'\gamma')y^2 + (\alpha_1\delta_1 - \beta_1\gamma_1)z^2 \\ &\quad + (1.2)xy + (3.4)zt + (1.3)(xz) + (2.4)yt + (1.4)xt + (2.3)yz, \end{aligned}$$

où

$$(1.2) = \alpha\delta' + \delta\alpha' - \beta\gamma' - \beta'\gamma \ (3.4) = \alpha_1\delta + \delta_1\bar{\alpha} - \beta_1\bar{\gamma} - \gamma_1\bar{\beta},$$

. . . .

Donc

$$\begin{aligned}
\vartheta_1 &= (\bar{\alpha}\delta + \bar{\alpha}\delta - \beta\bar{\gamma} - \bar{\beta}\gamma) - (\alpha'\delta_1 + \alpha_1\delta' - \beta'\gamma_1 - \beta_1\gamma'),\\
\tfrac{1}{4}\vartheta_2 &= (\alpha\bar{\delta} + \bar{\alpha}\delta - \beta\bar{\gamma} - \bar{\beta}\gamma)^2 + (\alpha'\delta_1 + \alpha_1\delta' - \beta'\gamma_1 - \beta_1\gamma')^2\\
&\quad + 2(\alpha\delta - \beta\gamma)(\bar{\alpha}\bar{\delta} - \bar{\beta}\bar{\gamma}) + 2(\alpha'\delta' - \beta'\gamma')(\alpha_1\delta_1 - \beta_1\gamma_1)\\
&\quad - (\alpha\delta' + \delta\alpha' - \beta\gamma' - \beta'\gamma)(\alpha_1\bar{\delta} + \delta_1\bar{\alpha} - \beta_1\bar{\gamma} - \bar{\beta}\gamma_1)\\
&\quad - (\alpha\delta_1 + \delta\alpha_1 - \beta\gamma_1 - \beta_1\gamma)(\alpha'\bar{\delta} + \delta'\bar{\alpha} - \beta'\bar{\gamma} - \bar{\beta}\gamma')\\
&\quad - (\alpha\bar{\delta} + \bar{\alpha}\delta - \beta\bar{\gamma} - \bar{\beta}\gamma)(\alpha'\delta_1 + \alpha_1\delta_1 - \beta'\gamma_1 - \beta_1\gamma'),
\end{aligned}$$

et $\sqrt{\mathrm{I}.\mathrm{I}'}$ (pris avec le signe convenable) sera le déterminant de la matrice

$$\begin{matrix}
\alpha & \beta & \gamma & \delta\\
\alpha' & \beta' & \gamma' & \delta'\\
\alpha_1 & \beta_1 & \gamma_1 & \delta_1\\
\bar{\alpha} & \bar{\beta} & \bar{\gamma} & \bar{\delta}
\end{matrix}.$$

En faisant les multiplications nécessaires, on trouvera que

$$\tfrac{1}{4}\vartheta_2 - \vartheta_1^2 - \sqrt{\mathrm{I}.\mathrm{I}'} = 2\mathrm{Q},$$

ce qui démontre l'exactitude de la formule donnée pour un nivellateur du deuxième ordre à quatre couples de matrices.

» D'ici à peu de temps, j'espère avoir l'honneur de soumettre à l'Académie la valeur du déterminant du nivellateur du troisième ordre à trois couples de matrices. Pour présenter l'expression générale de ce déterminant pour une matrice d'un ordre et d'une étendue quelconques (¹), il faudrait avoir une connaissance des propriétés des formes qui va beaucoup au delà des limites des facultés humaines, telles qu'elles se sont manifestées jusqu'au temps actuel et qui, dans mon jugement, ne peut appartenir qu'à l'intelligence suprême.

» *Post-scriptum.* — Qu'on me permette d'ajouter une petite observation qui fournit, il me semble, une raison suffisante *a priori* pour le signe ambigu du terme $\sqrt{\mathrm{I}.\mathrm{I}'}$ qui entre dans la formule donnée pour

(¹) C'est-à-dire pour résoudre l'équation linéaire en matrices dans toute sa généralité.

un nivellant (c'est-à-dire déterminant d'un nivellateur) du deuxième ordre.

» Les déterminants d'un nivellateur et de son *conjugué* étant *identiques* en signe algébrique tout autant qu'en grandeur, ce n'est pas dans cette direction qu'on peut chercher l'origine de l'ambiguïté.

» Mais, si, en se bornant aux matrices correspondantes d'un nivellateur *de la même espèce*, c'est-à-dire à main droite ou à main gauche du symbole ( ), on échange entre eux, dans chacune de ces matrices, le premier terme avec le quatrième et le deuxième avec le troisième, on verra facilement que le nivellant et en même temps les deux *quantics associés* restent absolument sans altération; mais, si l'on exécute l'une ou l'autre de ces substitutions séparément, alors, tandis que les deux quantics associés restent constants, le nivellant (quand son nivellateur possède plus de trois couples) subira un changement de valeur (et, pour l'une et l'autre substitution, le *même* changement), de sorte que pour les quatre positions qu'on peut assigner simultanément aux éléments des matrices de la même espèce sans changer en rien les quantics associés, le nivellant aura deux valeurs distinctes. Voilà, il me semble, l'explication suffisante et la véritable origine de l'ambiguïté dont il est question.

» A peine est-il nécessaire de remarquer qu'on peut faire 4 autres dispositions semblables et simultanées des matrices à l'un ou l'autre côté du symbole ( ), dispositions qui donneront naissance à des nivellants identiques en valeur avec les deux dont j'ai parlé (c'est-à-dire deux à une valeur et deux à l'autre), et pour lesquelles les deux quantics associés seront sans autre changement que celui du signe algébrique.

» En combinant les 24 dispositions semblables des matrices d'un côté d'un nivellateur donné avec les 24 de l'autre côté, on obtiendra un système de 576 nivellateurs corrélatifs dont les déterminants ne prendront que 3 paires de valeurs; de plus, les deux valeurs d'une quelconque de ces paires seront les racines d'une équation quadratique dont les coefficients seront des contrariants rationnels et entiers d'une des trois paires de formes quadratiques; mais le discriminant de ces trois équations sera le même *certainement* quand les nivellateurs du système seront formés avec quatre couples de matrices et *probablement* quel que soit le nombre de ces couples. Quand ce nombre est moindre que 4, le discriminant de ces trois quadratiques devient nul pour toutes les trois. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

AÉROSTATION. — *Sur la direction des aérostats.* Note de M. **Duroy de Bruignac.**

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« L'essai remarquable du 9 août a fait entrer la navigation aérienne dans une phase nouvelle pour le public ; on peut regarder comme prochaine la solution dont on avait, à tort, désespéré. Mais le problème reste et restera longtemps difficile, et il importe de n'omettre aucun des éléments de solution déjà acquis.

» Le résultat dépend de deux conditions principales, qu'il convient de ne pas séparer l'une de l'autre : accroître la puissance du moteur et diminuer la résistance de l'air.

» Les savants auteurs de l'essai du 9 août paraissent s'être appliqués surtout à fortifier le moteur, et ils ont atteint à cet égard une amélioration importante. Ils n'ont pas oublié la seconde condition du problème, la forme de leur aérostat en fait foi; mais ils n'ont pas utilisé (peut-être ne l'ont-ils pas cru encore possible?) tout ce dont ils disposaient pour diminuer la résistance.

» L'une des conditious qu'ils se sont attachés à remplir était celle-ci : « Rapprochement des centres de traction et de résistance pour diminuer » le moment perturbateur de la stabilité verticale. »

» Cette précaution est bonne assurément pour la stabilité; c'est peut-être parce qu'elle n'était pas assez complètement prise que MM. Renard et Krebs ont éprouvé, « à plusieurs reprises, des oscillations de 2° à 3° d'am- » plitude, analogues au tangage ... » [J'ai annoncé, dans un travail dont il a été rendu compte à l'Académie (9 novembre 1874), que cet effet se produirait, avec les formes d'aérostats habituelles, dès que l'on atteindrait une vitesse importante]. Mais, à moins de bourrasque, cet effet de tangage ne saurait être que gênant, et pas dangereux ; le grand défaut de la dénivellation de l'aérostat est d'augmenter *beaucoup* la résistance.

» Un calcul très simple, publié il y a dix ans, et au sujet duquel il ne saurait y avoir de dissentiment notable, montre que la résistance de l'air à la translation de l'aérostat est proportionnelle au *cube du sinus* de l'angle d'incidence du vent relatif. Par conséquent, pour les petits angles, que l'on

adopte avec raison, une variation d'angle de 2° à 4° *double* ou *triple* (environ) la résistance. Voilà un obstacle capital qu'il ne faut pas perdre de vue.

» Voilà pourquoi il importe beaucoup, non pas seulement de *rapprocher*, comme on l'a fait, les centres de traction et de résistance, mais de les faire *coïncider tout à fait*. C'est là, je crois, la condition qu'il conviendrait de s'imposer principalement à l'avenir. Jusque-là, on négligerait d'écarter l'obstacle le plus important et l'on s'exposerait à des mécomptes.

» Cette construction présente des difficultés, mais elle n'arrêterait pas un constructeur habile; si l'on hésite à la tenter pour un seul aérostat, on la trouvera beaucoup plus aisée avec deux aérostats parallèles. J'en ai donné l'indication dans une Note, remise l'année dernière à l'Académie pour le concours du prix Pénaud.

» En réalité, ce genre de construction éloigne moins par une difficulté réelle que par l'accroissement inévitable du poids mort. Cet inconvénient, selon moi, serait hors de proportion avec l'avantage. On ne peut le décider que par un essai sérieux.

» Je crois que, avec la précaution de construction dont il s'agit, l'aéronautique serait déjà entrée dans une phase pratique, à l'aide seulement des moteurs beaucoup moins parfaits connus depuis quelques années. »

M. **Ch. Fiesse** adresse un Mémoire intitulé : « Projet d'un aérostat propre à la navigation aérienne ».

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **V. Daymard** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Mémoire sur de nouvelles courbes servant à représenter et à mesurer la stabilité statique des navires sous toutes les inclinaisons possibles ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, de Jonquières.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale une nouvelle série de Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Mémoires de l'Académie de Stanislas pour l'année 1883.

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Borelly* (240), *faites à l'Observatoire d'Alger;* par M. Ch. Trépied. Communiquées par M. Mouchez.

Dates. 1884.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Planète — ★.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Planète — ★.	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Août 29	*a*	11,0	−2. 6,97	$8,266_n$	− 5.43,7	0,818
30	*a*	»	−2.59,44	8,742	−11.53,1	0,818
Sept. 1	*c*	9,0	+7.29,73	$9,000_n$	− 4.25,2	0,818

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.	Etoiles de comparaison.	Ascension droite moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Août 29 (1).	*a* Anonyme.	22.37.12,61	+3,64	−11.24. 6,8	+25,2	Comp. équat. avec 70 Vers.
30...	*a* »	»	+3,64	»	+25,2	»
30...	*b* 70 Verseau.	22.42.24,01	+3,63	−11.10. 2,5	+25,2	Seven Year's Catalogue.
Sept. 1...	*c* Lamont 3919.	22.25. 2,47	+3,66	−11.42.42,1	+25,1	Lamont.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1884.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comp.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Août 29.......	11.52.46	22.35. 9,28	−11.29.25,3	15:15
30.......	11.22.13	22.34.16,81	−11.35.34,7	7:7
Sept. 1.......	10.59. 8	22.32.35,86	−11.46.42,2	4:4

» Grandeur estimée de la planète : 11,5. »

---

(1) La comparaison, faite le 30 août, de l'anonyme *a* du 29 et du 30 avec *b* 70 Verseau a donné

$$a - b = -5^m 11^s,39 - 14'4'',2.$$ Nombre de comp. 10:10.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations des taches et facules solaires, faites à l'Observatoire du Collège romain pendant le deuxième trimestre de 1884.* Note de M. TACCHINI.

« La saison a été favorable aux observations, comme dans le trimestre précédent. Pour les taches et les facules solaires, le nombre des jours d'observation a été en effet de 26 en avril, 27 en mai et 27 dans le mois de juin 1884. Voici les résultats :

	Fréquence		Grandeur relative		
1884.	relative des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	Nombre de taches par jour.
Avril.....	31,88	0,00	140,81	85,77	6,11
Mai......	22,60	0,00	110,15	76,67	6,22
Juin.....	18,06	0,00	42,30	80,45	5,33

» Après le maximum de fréquence de la fin du mois de mars, les taches solaires ont augmenté de nouveau pendant les premiers jours d'avril; on a ensuite observé un minimum vers le milieu du mois; puis, le nombre a augmenté rapidement, de sorte qu'on a eu, dans le reste du mois, le maximum du trimestre, tant pour le nombre que pour l'extension des taches. Dans les mois de mai et juin, on pourrait dire que les taches ont progressivement diminué, et les moyennes sont inférieures à celles du trimestre précédent. Quant aux facules, même dans cette période, elles présentent une augmentation, alors que les taches diminuent. Pas un jour sans taches, ou avec des trous seulement. Quoique la diminution des taches soit sensible, surtout en juin, le nombre et l'extension moyenne pendant ce trimestre nous autorisent à conclure que la période exceptionnelle, qui a commencé en octobre 1883, a continué encore pendant le deuxième trimestre de 1884. »

GÉOLOGIE. — *Nouvelle contribution à la question d'origine des phosphates de chaux du sud-ouest de la France.* Note de M. DIEULAFAIT, présentée par M. Berthelot.

« L'explication que j'ai donnée de l'origine et du mode de formation des phosphorites des plateaux calcaires du sud-ouest de la France fait intervenir, sinon comme cause nécessaire, au moins comme cause très probable, l'action d'eaux salines d'âge tertiaire, analogues ou même identiques

à celles des lagunes de la période moderne. On m'a objecté que, pour le sud-ouest de la France et notamment le Tarn, il est impossible de faire appel à cette cause, puisque tous les géologues admettent que jamais les mers tertiaires n'ont recouvert les régions à phosphorites du sud-ouest. Je tiens cette opinion géologique pour erronée, et voici pourquoi : depuis près de quinze ans j'ai fait connaître un ensemble de résultats géologico-chimiques qui conduisent à cette conclusion que les substances salines (gypses, sel gemme, etc.), existant dans l'écorce de notre globe, sont des produits purs et simples d'évaporation d'eaux de mers accidentellement isolées des océans. Si ces substances salines ont l'origine que je leur assigne, la mer est venue partout où l'on trouve aujourd'hui des dépôts salifères. Or, c'est le cas pour les régions à phosphorites du sud-ouest de la France. Ainsi, à Varen, sur le bord de l'Aveyron, non loin de la région à phosphorites du Tarn, il existe d'importants dépôts de gypse qu'on avait toujours rapportés au trias; mais, en 1874 (*Bull. de la Soc. géolog. de France*), M. Perron montra qu'ils appartenaient à l'ère tertiaire. J'ai visité cette région, et partout il est facile de voir que ces gypses sont intimement liés à des dépôts renfermant des débris de Paléothériums, ce qui met les gypses du Tarn sur l'horizon de ceux de Paris. Les gypses de Varen ne sont pas, du reste, tant s'en faut, les seuls qui, dans ces régions du sud-ouest, appartiennent à l'ère tertiaire : ceux de Salle, de Lavaurette, de Servanac, de Vindruc, de Cordes, des environs de Castelnaudary, etc., etc., sont du même âge, et leur association est la même. Il n'est pas douteux, dès lors, que, vers l'époque de l'éocène supérieur, il n'y ait eu, dans toute la région qui nous occupe, une extension considérable des eaux des mers. Ces mers ont subi dans le sud-ouest, comme partout à l'époque tertiaire, des déplacements nombreux et très étendus qui ont déterminé la formation de lacs et d'étangs salés : ceux-ci, à leur tour, en s'évaporant, ont abandonné les gypses et les autres produits nombreux et spéciaux qui accompagnent toujours les gypses d'origine marine.

» Les eaux salines et concentrées des lagunes ont joué un double rôle dans la production des phosphorites : d'abord elles ont attaqué les roches calcaires beaucoup plus énergiquement que ne l'aurait fait de l'eau ordinaire; en second lieu, elles ont apporté directement de l'acide phosphorique, puisque, comme je l'ai établi, il se concentre encore aujourd'hui dans les boues et les eaux des lagunes du delta du Rhône. Maintenant, si, comme je l'admets, les gypses du sud-ouest sont bien des produits d'évaporation d'eaux marines, il paraît difficile que ces eaux n'aient pas laissé

quelques traces de produits organiques marins, ne fût-ce que parmi les foraminifères. En attendant les faits géologiques qu'une observation plus attentive pourra révéler, j'ai appliqué aux gypses d'*eau douce* du sud-ouest la méthode chimique qui m'a permis d'identifier les gypses tertiaires du midi de la France et du bassin de Paris avec ceux qui se forment encore aujourd'hui en abondance sous nos yeux dans les lagunes et les marais salants du littoral méditerranéen.

» J'ai montré que les substances qui accompagnent toujours les gypses et les sels d'origine marine sont, en particulier, la lithine, la strontiane, le manganèse, le zinc, le cuivre et l'acide borique.

» *Lithine.* — En traitant 1^{gr} de gypse tertiaire du Tarn par un peu d'eau et évaporant après filtration, on obtient un résidu qui donne d'une façon nette le spectre de la lithine. Quelques centigrammes de la marne qui accompagne ce gypse, traitée directement dans le brûleur, donnent brillamment le spectre de la lithine. C'est là un caractère tout à fait spécial des boues des marais salants.

» *Strontiane.* — Il suffit de $0^{gr},02$ de gypse du Tarn pour faire apparaître d'une façon nette le spectre de la strontiane.

» *Manganèse.* — Le manganèse s'est tellement concentré dans les gypses et les marnes gypseuses du Tarn que, pour le reconnaître, même par ses réactions ordinaires, il n'est pas nécessaire d'employer plus de $0^{gr},10$ de substance, et encore ce n'est pas là une limite inférieure.

» *Zinc et cuivre.* — En employant les méthodes décrites dans mes Mémoires sur le cuivre et le zinc, on obtient, en partant de 50^{gr} de gypse et de marnes, un petit précipité qui renferme assez de cuivre et de zinc pour permettre de faire apparaître plus de dix fois, et chaque fois pendant plus de trente secondes, les spectres absolument brillants du zinc et du cuivre.

» *Acide borique.* — Les gypses et les marnes gypseuses du Tarn renferment de l'acide borique facilement reconnaissable par la méthode de l'hydrogène et par l'analyse spectrale.

» Les faits précédents sont, on le voit, jusque dans les détails, identiques à ceux que j'ai fait connaître comme spéciaux aux dépôts et aux marnes salifères des mers modernes. J'en conclus, dès lors, que, selon toute probabilité, les gypses du Tarn et du Sud-Ouest sont, comme ceux du midi de la France et du bassin de Paris, des produits d'évaporation d'eaux marines.

» L'ensemble des résultats qui viennent d'être exposés entraîne deux conséquences aussi précises qu'importantes au point de vue de la ques-

tion pratique des phosphorites : 1° Si le creusement des cavernes à phosphorites et le dépôt des phosphorites se sont produits avec l'intervention nécessaire d'eaux de lagunes plus ou moins salines, d'âge tertiaire, on ne *devra rencontrer de phosphorites* que dans les terrains calcaires *recouverts* ou qui *ont été recouverts* par des dépôts tertiaires. La présence possible de phosphorites dans un terrain calcaire compact ne sera donc plus, en aucune façon, une question d'*altitude absolue* par rapport au niveau des mers actuelles; comme on l'admet aujourd'hui, ce sera, avant tout, une question de *position relative* des calcaires à phosphorites par rapport aux terrains tertiaires. Quand on aura trouvé un calcaire crevassé, contenant des poches, etc., etc., il faudra rechercher d'abord si ce terrain est ou a été dominé par des terrains tertiaires de l'âge de l'éocène supérieur, ensuite s'assurer, par une analyse, si la roche calcaire est suffisamment riche en phosphates; ces deux points résolus par l'affirmation, on aura à peu près la certitude d'être dans une région à phosphorites. 2° Les gisements de phosphorites connus, particulièrement en France, ne constituent qu'une minime partie de ceux qui existent, puisque les terrains qui les renferment ne représentent qu'une très faible portion de ceux qui, d'après les conclusions formulées plus haut, doivent en contenir. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Influence de la pulpe de diffusion sur le lait de vache.* Note de MM. **A. Andouard** et **V. Dézaunay**, présentée par M. Berthelot.

« Douze vaches ont été successivement mises en expérience. Sur ce nombre, cinq ont obstinément refusé la pulpe. Les autres ont été tenues en stabulation permanente, afin d'assurer la régularité de leur alimentation. Leur nourriture a été pesée avec exactitude et le lait, soigneusement mesuré chaque jour, a été analysé peu d'heures après son émission.

» L'alimentation comportait, avec la pulpe et le foin nécessaires, une certaine quantité de son, de trèfle, de jarosse ou de rutabaga. En outre, nous nous sommes efforcés de conserver jusqu'à la fin la même valeur nutritive à la ration quotidienne.

» Après analyse des produits employés, nous avons admis le remplacement de la pulpe par les fourrages verts précités et par le rutabaga, à poids égal, comme expression approchée de la vérité, pour simplifier les soins donnés aux animaux.

» *Première série.* — Une seule vache, de race nantaise, âgée de 7 ans et saillie le 23 novembre 1883, forme cette série.

» La pulpe dont elle a été nourrie était de fabrication récente. Elle a été donnée à doses comprises entre 15^{kg} et 63^{kg} par jour, pendant trois mois consécutifs, concurremment avec du rutabaga, du son et du pain de bonne qualité.

» Sous son influence, le rendement en lait a augmenté des $\frac{34}{100}$ du rendement initial; la proportion du beurre a monté de 6,74 pour 100 du poids primitif; celle du sucre, de 11,86 pour 100 du même poids.

» La caséine et l'acide phosphorique n'ont pas sensiblement varié; mais l'animal pesait, à la fin de l'expérience, 18^{kg} de plus qu'au commencement, soit un gain d'environ 5 pour 100 de son poids primitif.

» Comme revers à ces avantages, nous constatons que le lait avait une saveur peu agréable et qu'il présentait une grande tendance à la congélation spontanée.

» *Deuxième série.* — Trois vaches de race nantaise, âgées de 6 et 12 ans, saillies toutes trois au cours de l'expérience, reçoivent chaque jour, en outre du foin et du son donnés à la précédente, un poids de pulpe croissant de 15^{kg} à 45^{kg}, plus la quantité de jarosse nécessaire pour compléter ce dernier poids, quand il n'est pas atteint par le premier aliment.

» Le Tableau ci-après résume les résultats obtenus :

Moyennes des expériences de la 2e série.

	Pulpe.	Traites moyennes.	Acide phosphorique.	Beurre.	Caséine.	Sucre.
			Vache n° 1.			
	kg	lit				
1re semaine........	0	6,68	0,252	4,87	3,26	5,17
2e »	15	7,86	0,258	5,81	3,19	4,80
3e »	30	8,10	0,244	5,22	3,12	4,92
4e »	45	7,96	0,255	5,52	3,22	4,82
5e »	0	8,39	0,252	6,70	3,25	4,90
			Vache n° 2.			
1re semaine........	0	7,68	0,266	4,66	2,99	5,11
2e »	15	8,18	0,235	4,56	2,88	4,74
3e »	30	8,03	9,236	4,37	2,78	4,65
4e »	45	8,14	0,236	4,70	2,80	4,64
5e »	0	8,21	0,226	5,07	3,02	4,73
			Vache n° 3.			
1re semaine........	0	4,43	0,274	5,32	3,82	5,03
2e »	15	4,52	0,278	5,24	3,50	4,96
3e »	30	5,61	0,260	5,29	3,23	4,74
4e »	45	4,96	0,261	5,33	3,84	4,74
5e »	0	4,96	0,263	6,43	3,77	4,83

» Comparées dans leurs plus grands écarts, les traites moyennes ont augmenté :

	Pour 100.	
Pour le n° 1, de.............	32,78	de la traite primitive
Pour le n° 2, de.............	13,93	»
Pour le n° 3, de.............	26,63	»

» La proportion du beurre s'est accrue :

	Pour 100.	
Pour le n° 1, de.............	37,58	du poids initial
Pour le n° 2, de.............	8,79	»
Pour le n° 3, de.............	20,86	»

» La caséine et l'acide phosphorique ont faiblement oscillé autour du chiffre de la première semaine, avec une légère tendance à la baisse.

» Quant au sucre, il a diminué dans la mesure suivante :

	Pour 100.	
Pour le n° 1, de.............	7,70	du poids initial
Pour le n° 2, de.............	10,13	»
Pour le n° 3, de.............	6,11	»

» La saveur du lait est toujours défectueuse; mais ce défaut est peut-être un peu moins prononcé que dans le premier cas.

» La discussion des résultats constatés nous conduit aux conclusions suivantes :

» 1° La pulpe de betterave, obtenue par diffusion et conservée en silo, augmente la sécrétion lactée des vaches, dans une proportion généralement élevée, qui varie avec les aptitudes des sujets et avec la nourriture complémentaire qui leur est donnée.

» 2° Elle augmente également la quantité du beurre contenu dans le lait, sans paraître nuire à sa qualité.

» 3° Mais elle a le double inconvénient d'altérer la saveur et d'accélérer la coagulation spontanée du lait, lorsqu'elle est administrée à haute dose et sans un correctif tel que celui des fourrages verts.

» 4° Toutes les substances alimentaires facilement fermentescibles présentent vraisemblablement les mêmes défauts et doivent être écartées le plus possible du régime des vaches laitières, lorsque le lait est destiné à être consommé en nature.

» 5° Elles sont au contraire avantageuses pour l'engraissement du bétail et pour l'industrie du beurre. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les couronnes solaires.* Note de M. L. THOLLON, présentée par M. Mouchez.

« Au sujet des études fort intéressantes faites en Suisse à de grandes altitudes par M. Forel, sur des couronnes solaires (*Comptes rendus*, 11 août et 1er septembre 1884), je crois devoir rappeler une Note sur le même sujet, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie dès le mois de mars (*Comptes rendus* du 24 mars 1884). M. Forel n'avait pas connaissance de cette Note, ce qui augmente évidemment la valeur de ses observations et confirme d'autant mieux celles que nous avons faites à Nice. Il suffit de comparer les descriptions pour reconnaître l'identité du phénomène. Ce n'est point un halo, mais bien une couronne, c'est-à-dire un effet de diffraction produit soit par de fines poussières, soit par de légères brumes se maintenant dans les régions élevées de l'atmosphère.

» Il est bon d'ajouter que depuis la fin de l'automne jusqu'au commencement de juillet, époque où j'ai quitté le mont Gros, je n'ai pas vu une seule fois le Soleil sans auréole. Les colorations caractéristiques de la couronne étaient d'autant plus nettes que le ciel était plus pur. Je suis certain qu'il n'y avait rien de semblable à Nice les années précédentes. Ce qui me permet d'être aussi affirmatif, c'est que la nature même de mes recherches scientifiques m'a fait depuis longtemps contracter l'habitude d'observer le ciel dans le proche voisinage du Soleil. C'est grâce à cette habitude que nous avons vu en plein jour la grande comète de 1882 au mont Gros, et Vénus au Pic du Midi. C'est grâce à elle que je puis dire aujourd'hui, sans crainte de me tromper, qu'il y a eu cette année, à Nice, un changement très notable et qui semble permanent dans l'état de l'atmosphère. Il y aurait un grand intérêt scientifique à vérifier si ce changement affecte toute l'atmosphère terrestre; aussi je ne puis que m'associer au vœu de M. Forel de voir les aéronautes de tous les pays diriger leur attention de ce côté.

» J'ai déjà reçu un certain nombre de lettres qui toutes confirment nos observations de Nice. Quand les documents seront plus nombreux, j'aurai l'honneur d'en soumettre l'analyse à l'Académie ».

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide dans la soirée du 5 septembre.* Note de M. L. Jaubert.

« Vendredi 5 septembre, à $10^h 5^m$ du soir, nous avons aperçu de l'observatoire populaire du Trocadéro un magnifique bolide. Il est parti de ζ d'Andromède, a passé près de ι de Persée, puis dans le voisinage d'ε et d'α de la Girafe, puis entre γ du Dragon et α de la Grande Ourse, et il a disparu derrière un nuage au delà de Mizar. Il a décrit, dans le cours de cette trajectoire de plus de 200°, quelques légères sinuosités. D'un magnifique jaune d'or avec une légère teinte verdâtre, sa lumière a atteint son maximum entre $\varkappa$ du Dragon et δ de la Grande Ourse. La partie de sa trajectoire, depuis la Girafe jusqu'à sa disparition, est restée illuminée pendant près de trente secondes, malgré la brillante lumière de la pleine Lune. »

M. Hospitalier, à l'occasion de la proposition, faite par M. d'Abbadie, d'adopter le *mégiste* pour représenter le quart du méridien terrestre ou dix mille kilomètres, propose de prendre pour unité de longueur le *mégamètre,* égal à un million de mètres ou mille kilomètres, afin de se conformer à la nomenclature des multiples et des sous-multiples employée aujourd'hui par les électriciens.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er septembre 1884.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministère de la Guerre, t. III. Paris, V. Rozier, 1884; in-8°.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de

M. le Ministre du Commerce, t. CIX. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Recherches expérimentales sur les mouvements respiratoires des Insectes; par Félix Plateau. Bruxelles, F. Hayez, 1884; in-4°.

Recherches sur la force absolue des muscles des invertébrés, 2e Partie; *par* M. Félix Plateau. Bruxelles, F. Hayez, 1884; br. in-8°.

Mémoires de la Société géologique de France, 3e série, t. III. *Recherches stratigraphiques et paléontologiques sur quelques formations d'eau douce de l'Algérie; par* M. P. Thomas. Paris, au local de la Société, 1884; in-4°.

P. M. Heude. *Catalogue des Cerfs tachetés (Sikas) du musée de Zi-Ka-Wei, ou Notes préparatoires à la monographie de ce groupe.* Zi-Ka-Wei, 1884; in-4°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Géographie médicale d'Alger et de ses environs; par M. Bonnafont. Alger, Brachet et Bastide, 1839; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Paléontologie française : Terrain jurassique, liv. 70. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Etude climatologique du département du Cher; par H. Duchaussoy. Bourges, typogr. H. Sire, 1884; in-8°. (Présenté par M. H. Mangon.)

Notice sur diverses modifications introduites dans le mécanisme des machines locomotives; par M. Th. Ricour. Paris, Dunod, 1884; in-8°. (Présenté par M. Lalanne.)

Nicolas Leblanc, sa vie, ses travaux et l'histoire de la soude artificielle; par Aug. Anastasi. Paris, Hachette et Cie, 1884; 1 vol. in-12.

Traité de Pathologie interne; par le Dr A. Strümpell, traduit de l'allemand par le Dr J. Schramme; t. I. Paris, F. Savy, 1884; in-8°.

Eclairage des trains de chemins de fer par l'électricité combinée avec le gaz. Système de M. le Dr D. Tommasi. Paris, *Moniteur industriel,* 1884; in-8°.

Société industrielle de Rouen. Les premiers éléments de la science de la couleur; par M. A. Rosenstiehl. Rouen, imp. L. Deshays, 1884; in-8°.

Les réseaux téléphoniques de Bordeaux; par A. Bonel. Bordeaux, Féret et fils; Paris, Michelet, 1884; br. in-8°.

Note sur les ondes atmosphériques produites par l'éruption de Krakatoa; par M. Rykatchew. Saint-Pétersbourg, 1884; br. in-8°. (Tiré du *Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg.*)

The proceedings of the Royal Society of Queensland, 1884, vol. I, Part I. Brisbane, A. Muir, 1884; in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 8 SEPTEMBRE 1884.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CX. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Note sur un appareil destiné à la descente des hommes dans les mines de Victoria (Australie). — *Note sur la théorie des développoïdes.* — *De la similitude en thermologie.* — *Rapport sur un ensemble de documents adressé à la Commission du grisou.* — *Tambours spiraloïdes pour les câbles d'égale résistance.* — *Recherches sur les développoïdes de divers ordres.* — *Sur la transformation du potentiel par rayons vecteurs réciproques.* — *Formules nouvelles pour l'étude du mouvement d'une figure plane.* — *Problème inverse des brachistochrones.* — *Recherche de la brachistochrone d'un corps pesant eu égard aux résistances passives; par* M. HATON DE LA GOUPILLIÈRE. Paris, 1871-1883; dix brochures in-8° et in-4°.

Bulletin et Mémoires de la Société centrale de médecine vétérinaire, rédigés et publiés, sous la direction de M. H. BOULEY, *par* M. P. CAGNY, année 1884. Nouvelle série, t. II, 1er semestre. Paris, Renou, Maulde et Cock, 1884; in-8°.

Mémoires de l'Académie de Stanislas, 1883. CXXXIVe année, 5e série, t. I. Nancy, Berger-Levrault, 1884; in-8°.

Mémoire sur des nouvelles courbes servant à représenter et à mesurer la stabilité statique des navires sous toutes les inclinaisons possibles; par M.-V. DAYMARD. Marseille, 1883; in-4° avec atlas.

Méthode pour empêcher les graines d'herbes nuisibles de lever dans les récoltes; par M. WILLOT. Noyon, imp. Zugaut, 1884; 4 pages in-8°. (Extrait du *Journal de l'Agriculture.*)

ERRATA.

(Séance du 25 août 1884.)

Page 347, ligne 5 en remontant, *au lieu de* au fond, *lisez* parfois.
Page 392, ligne 19, *au lieu de* la pression, *lisez* les premiers.

(Séance du 1er septembre 1884.)

Page 419, ligne 20, *au lieu de* 1 ou 2 millièmes, *lisez* 1 ou 2 millionièmes.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 15 SEPTEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

La Commission désignée par l'Académie pour assister à l'inauguration du monument de *Fresnel* a été reçue avec la plus grande considération à Broglie. Le discours suivant a été prononcé par M. **Jamin** :

Discours prononcé à Broglie à l'occasion de l'inauguration du monument de Fresnel; par M. **Jamin**.

« Nous venons aujourd'hui, après un siècle écoulé, consacrer par un monument durable la gloire d'un des plus grands génies qui aient illustré leur pays; nous venons au nom de ses concitoyens, au nom de l'Académie dont il fut membre, au nom de la Science qu'il a agrandie, dans le lieu même où il est né, rappeler les titres de Fresnel au souvenir de la postérité. Ce fut un homme simple, un savant modeste. Sa trop courte existence s'est écoulée entre les devoirs d'une profession exigeante et les travaux plus élevés de l'esprit. Elle ne fut traversée par aucun événement qui puisse éveiller la curiosité, ni embellie par les grands succès d'une réputation prématurée: elle fut tout entière remplie par le travail; c'est après la mort de

Fresnel que son nom se répandit, que sa gloire ne cessa de grandir ; c'est aujourd'hui seulement que ses concitoyens, justement fiers de le compter parmi les leurs, ont résolu d'élever ce simple monument à celui qui, depuis longtemps, méritait mieux de la reconnaissance publique.

» Jean-Augustin Fresnel naquit dans cette maison le 10 mai 1788. Ses ancêtres, depuis plusieurs générations, avaient vécu près de l'illustre famille qui porte le nom du pays. Son père était architecte, chargé avant la Révolution des forts qui protègent Cherbourg; mais la tourmente qui survint le contraignit à abandonner les travaux de sa profession, et à chercher un refuge au village de Mathieu, près de Caen, où il possédait un petit bien, et qui était déjà connu pour avoir été la patrie de Clément Marot. Il avait épousé une demoiselle Mérimée. C'était une femme d'une haute vertu et d'un assez grand savoir pour diriger l'éducation de ses quatre enfants; elle sut leur imprimer les sentiments de piété dont son âme était remplie et de fidélité envers le Gouvernement royal, qu'ils ont gardés jusqu'au dernier jour.

» L'aîné de ces enfants, Leonor Fresnel, qui devint plus tard directeur des phares, faisait des progrès rapides. Augustin, au contraire, de complexion délicate et de santé débile, ménagé par ses parents, savait à peine lire à huit ans. Cette intelligence, qui devait être si vive, se formait avec lenteur, comme si elle avait eu du temps à perdre. Elle était rebelle à l'étude de la littérature et des langues; en revanche, elle se montrait précoce sur les sujets de Mécanique et fertile en inventions de petits canons et de machines qui plaisent aux enfants : on l'appelait l'homme de génie, et l'on se plaisait à lui prédire un avenir dans les arts industriels. A treize ans, il fut envoyé à l'Ecole Centrale de Caen; il eut le bonheur d'y trouver un habile professeur de Mathématiques, M. Quenot, qui le fit recevoir à seize ans à l'École Polytechnique, en même temps que son frère; il en sortit ingénieur des Ponts et Chaussées.

» Jusque-là rien de remarquable ne l'avait signalé, et rien ne le fit remarquer pendant huit ou neuf ans qu'il passa en Vendée, dans la Drôme ou Ille-et-Vilaine. On s'étonne de cette inaction d'un jeune esprit qui allait devenir si fertile. S'il écrivit quelque chose, ce fut l'essai d'une démonstration mathématique de ses croyances religieuses, essai qui n'a point été imprimé et ne fut confié qu'à sa famille. Un jour vint cependant où ses pensées se tournèrent vers les sciences, vers la chaleur et la lumière qu'on attribuait alors à des fluides matériels spéciaux : il ne les admettait point; mais il était mal préparé à traiter ces questions, sans autres livres que des

Traités élémentaires mal renseignés, avec le seul souvenir des leçons d'Hassenfratz, ancien membre de la Commune, professeur sans science et sans autorité. Il en était réduit à écrire : « J'ignore ce qu'est la polarisation ; » priez mon oncle de m'envoyer des livres où je pourrai l'apprendre. » A cette époque, on ne pouvait guère imaginer que Fresnel était justement l'homme destiné à expliquer cette modification de la lumière.

» Une circonstance inattendue, le retour de l'île d'Elbe, vint lui donner des loisirs. Ses principes politiques, fruits de l'éducation maternelle, l'engagèrent à s'enrôler, malgré son extrême faiblesse, comme volontaire dans l'armée royale où il trouva plus d'ambitieux que de soldats dévoués et dont il revint, épuisé par les fatigues et les maladies, avec le dégoût de la politique; il y avait gagné d'être destitué et interné à Nyons. La bienveillance du préfet allégea la sentence et il fut autorisé à revenir à Mathieu, près de sa mère.

» Lorsqu'on lit la biographie des hommes devenus célèbres, on est souvent étonné de voir qu'ils doivent leur vocation et leur carrière à des accidents : c'est à sa mise en retrait d'emploi que nous devons les travaux de Fresnel. Pendant les longs loisirs de son séjour à Mathieu, il eut le temps de mûrir ses premières conceptions et fut amené à les soumettre à l'expérience, mais il manquait de tout; cela ne l'arrêta point. Il construisit lui-même un micromètre; le serrurier du village devint son mécanicien-constructeur et son aide; avec une rare habileté manuelle, il put suppléer à tout et rédigea sur la diffraction un Mémoire qu'il envoya à Arago avec une première lettre. C'est ainsi que commencèrent des relations qui n'ont cessé qu'à la mort, entre un homme déjà célèbre et un inconnu, et telle fut l'origine des travaux qui honorèrent autant l'Académicien qui les encouragea que le commençant qui les avait exécutés. Sur la demande de Poinsot et d'Ampère, Fresnel fut autorisé, en 1816, à venir finir ses expériences à Paris. Plus tard, en 1818, il fut attaché comme ingénieur au canal de l'Ourcq. Alors commencèrent les immortelles découvertes qui devaient illustrer le nom de Fresnel et fixer à jamais la théorie de la lumière.

» A cette époque, les physiciens hésitaient entre deux conceptions dont on trouve les premiers rudiments chez les anciens philosophes. Dans la première, on supposait que les corps lumineux lancent de tous côtés des molécules spéciales; elles vont en ligne droite avec une vitesse de 300 000^{km} par seconde, rebondissent sur les corps ou les traversent, finissent par pénétrer les humeurs de l'œil et arrivent à la rétine qu'elles ébranlent, ce qui occasionne la sensation de la vue; ces molécules ont des masses inégales, et, suivant leurs grosseurs, elles produisent les diverses couleurs.

C'est à cette théorie de l'émission que s'était finalement arrêté Newton; elle avait été développée et admise par Laplace, Biot, Poisson et presque tous les physiciens de cette époque.

» L'autre théorie, aussi ancienne, aussi peu précise, admettait l'existence dans le monde d'un milieu élastique immobile, l'éther; un corps lumineux avait la propriété de l'ébranler, et le mouvement se propageait à distance. Quant aux détails, on ne s'entendait guère. Descartes pensait que c'était une pression qui se transmettait avec une vitesse infinie. Huygens parle de cette hypothèse comme d'une opinion courante, admet que le mouvement se propage par ondes, et il explique la propagation rectiligne. Hooke conçoit un mouvement vibratile, très petit, d'une excessive rapidité. Euler, enfin, suppose de véritables vibrations périodiques comme celles du son, de rapidité inégale, leur durée déterminant la couleur, comme dans le son elles déterminent la tonalité ou la hauteur. On voit combien ces hypothèses étaient vagues et qu'elles devaient plus à l'imagination qu'à une vérification expérimentale.

» Mais, vers l'époque qui nous occupe, un homme de génie, Thomas Young, vint préciser cette théorie par la découverte d'un principe extrêmement fécond. Il démontra par l'expérience que deux lumières, en se superposant, peuvent produire de l'obscurité; ce qui est évident si elles sont dues à des vibrations contraires, ce qui est impossible si elles proviennent de molécules arrivant à la fois dans l'œil. Young en avait tiré l'explication d'une foule de phénomènes, mais, bien qu'elle fût un argument sans réplique en faveur de la théorie ondulatoire, Arago était en France le seul physicien qui se déclarât convaincu. Tel était l'état des esprits quand Fresnel entra dans la carrière.

» Il s'attaqua à une expérience célèbre. Grimaldi, jésuite italien, avait vu que la lumière émanée d'une fente étroite ne se propage pas en ligne droite quand elle passe au voisinage des corps solides; elle pénètre dans l'ombre d'un cheveu, et, si on la fait passer par une étroite ouverture et qu'on la reçoive sur un écran, on voit, au lieu d'une image uniformément éclairée, des bandes noires et brillantes irisées sur leurs bords. Après Grimaldi, Newton avait analysé le phénomène et tenté de l'expliquer, en disant que les molécules lumineuses sont attirées par les corps au voisinage desquels elles passent. Cette explication était loin de suffire. De guerre lasse, on avait abandonné cette étude.

» Fresnel étudia l'ombre d'un cheveu : elle montrait en son milieu des bandes alternativement brillantes et sombres; alors il approcha d'un côté un écran opaque et vit disparaître ces alternatives; il en conclut qu'elles

étaient produites par le concours des lumières venant de chaque côté, que c'était un effet d'interférence. Il réussit à expliquer et à calculer le phénomène dans tous les cas possibles.

» L'émotion fut grande parmi les membres de l'Académie : Laplace, Biot et Poisson, partisans déclarés de la doctrine newtonienne, voyaient avec déplaisir le succès de la théorie contraire et reprochaient d'ailleurs avec raison quelques imperfections aux calculs de Fresnel; ils déterminèrent l'Académie des Sciences à mettre cette question au concours avec un programme qui n'était pas sans laisser percer quelque mauvais vouloir. Fresnel désirait ne pas concourir; mais, cédant aux conseils d'Ampère et d'Arago, il revit sa théorie, présenta un Mémoire complet. Au milieu des discussions que la question faisait naître, un incident se produisit qui devait faire et fit une grande impression. En discutant les formules de Fresnel, Poisson en tira une conséquence que Fresnel n'avait point aperçue : c'est que, en éclairant un petit bouton métallique arrondi avec la lumière partant d'un trou, on devait trouver de la lumière au centre de l'ombre, et qu'elle devait être égale à celle qui s'y verrait si le bouton n'existait pas; il trouva, d'autre part, que si le bouton était remplacé par un trou percé dans une feuille métallique, on devait voir au centre du cône lumineux une tache absolument obscure. Ces deux conséquences semblaient paradoxales, et cette fois on croyait bien qu'elles seraient démenties par les faits. Il n'en fut rien : invité à faire l'expérience, Fresnel reconnut qu'elle était conforme à la théorie.

» Cette confirmation rallia tous les suffrages, et le prix fut décerné à Fresnel. La postérité a ratifié cette décision de l'Académie, qui l'admit parmi ses membres en 1823. Bientôt après, en 1825, la Société Royale de Londres imita l'Académie et donna à Fresnel une place auprès de l'illustre Young, voulant les honorer également tous les deux. La théorie des ondulations était alors irrévocablement fondée, non pas sur des considérations vagues, mais sur des mesures précises et concordantes; on avait supprimé toutes les obscurités, répondu à toutes les objections, le nom de Fresnel, devenu l'égal des plus grands noms, ne le cédait, dit Swerd, qu'au nom seul de Newton. Telle est la première partie de l'œuvre de Fresnel; il allait la continuer par une découverte bien plus grave.

» Fresnel venait ainsi de terminer heureusement cette longue querelle entre les deux théories et de démontrer l'analogie qui existe entre le son et la lumière. Des deux côtés c'est le même mécanisme : ce sont des ondes qui se poursuivent dans un milieu immobile et des vibrations qui se trans-

mettent de proche en proche dans un rayon de lumière comme dans une corde tendue. Mais ici se présente une des plus graves questions qui aient été jamais offertes à la méditation des hommes. Une corde peut vibrer de deux manières : comme dans une série de billes qui se poussent ou s'attirent ou comme l'air dans un tuyau; mais elle peut aussi le faire dans le sens perpendiculaire; cela arrive dans le violon, si elle est frottée par un archet, ou sur le piano, si elle est frappée par le marteau, et, suivant que l'archet est vertical, horizontal ou incliné, les mouvements qu'il imprime à la corde ont toutes les directions qu'on veut. L'Acoustique nous offre donc l'exemple de deux sortes de vibrations, soit longitudinales, soit transversales; en est-il de même en Optique? Le rayon de lumière qui pénètre horizontalement dans notre œil est-il une succession de vibrations exécutées dans sa direction ou bien une suite de mouvements transverses verticaux, horizontaux ou inclinés? Telle est la grave question à laquelle on n'avait jamais songé, que Fresnel posa le premier et qu'il eut la gloire de résoudre avec une sûreté magistrale. Il convient de rappeler les circonstances principales de cette importante découverte.

» Un voyageur revenu d'Islande avait trouvé dans les formations volcaniques, si fréquentes en ces pays, une magnifique substance cristallisée qui fut bientôt connue sous le nom de *spath d'Islande*. Quelques fragments tombèrent entre les mains d'un médecin de Copenhague, qui les examina et leur reconnut la singulière propriété de doubler l'image des objets; un rayon solaire en y pénétrant se divisait en deux autres parfaitement égaux, l'un, ordinaire, qui se réfractait comme dans le verre, l'autre, qu'on nomma *extraordinaire*, parce qu'il parcourait intérieurement un chemin plus compliqué. Bartholin, c'était le nom du médecin, s'en tint là et conquit à peu de frais, par cette expérience de hasard, une célébrité qui nous a conservé son nom; mais Huygens recommença l'observation et la conduisit plus loin. Il fit passer chacun des deux rayons à travers un second cristal pareil au premier : cette fois ils se divisaient encore en deux parties, mais elles n'étaient plus égales; elles variaient d'éclat quand on faisait tourner le second cristal, l'une diminuant jusqu'à s'annuler pendant que l'autre augmentait jusqu'à contenir toute la lumière. Le spath d'Islande n'a donc pas seulement la vertu de doubler les images, il a encore celle de modifier la lumière; elle était naturelle avant de pénétrer dans le premier cristal, elle a pris des qualités nouvelles en le traversant; on lui donne un nom, on dit qu'elle est *polarisée*, ce qui n'engage à rien.

» Longtemps après l'expérience d'Huygens, Malus observait d'une fe-

nêtre de la rue d'Enfer les rayons du soleil couchant réfléchis par les vitres du palais du Luxembourg; ils offraient les mêmes qualités qu'en sortant d'un cristal de spath, ils étaient polarisés. Le hasard apprenait ainsi à Malus ce que l'humanité avait ignoré pendant si longtemps, ce que l'œil n'avait révélé à aucun savant, que la lumière réfléchie sur l'eau, le verre et toutes les surfaces polies, éprouve dans sa nature une modification radicale, tant sont profondément cachés à nos yeux les plus simples secrets du monde physique. Restait à savoir en quoi consistait cette modification. Huygens fit de vains efforts pour résoudre la question : « Quant à savoir ce qui se fait, j'avoue que plus j'y réfléchis, moins j'en peux soupçonner la cause. » Young, pourtant si avisé, déclare dans une lettre à Brewster son impuissance à expliquer la polarisation. Quant à mes hypothèses fondamentales sur la nature de la lumière, je suis, disait-il, tous les jours moins disposé à en occuper ma pensée, à mesure qu'un plus grand nombre de faits du genre de ceux que M. Malus a découverts viennent à ma connaissance; car, si ces hypothèses ne sont pas incompatibles avec ces faits, assurément elles ne nous sont d'aucun secours pour en trouver l'explication. Quant à Newton et aux newtoniens, ils croyaient s'en tirer en supposant quelque modification dans les constitutions des molécules lumineuses. On imagina qu'elles avaient un axe, deux pôles analogues à ceux des aimants; on les doua de propriétés ingénieusement choisies pour qu'elles pussent expliquer les phénomènes. En dernier lieu, Biot vint encore compliquer cet échafaudage de suppositions, et l'on crut pendant quelque temps au triomphe de la théorie newtonienne. On parvient toujours à tout expliquer quand on ne recule pas devant les fantaisies de l'imagination. En résumé, les savants avouaient leur ignorance et les deux théories se refusaient à rendre compte de ce phénomène étrange. Il était réservé à Fresnel de le faire.

» C'est une circonstance imprévue qui le mit sur la voie. Il venait de faire avec Arago une étude en commun où ils avaient cherché si deux rayons polarisés peuvent interférer, c'est-à-dire se détruire par leur concours mutuel; ils avaient répondu affirmativement pour le cas où les deux polarisations sont parallèles, mais négativement si elles sont perpendiculaires, lors même qu'on a réalisé toutes les conditions nécessaires pour que l'interférence ait lieu. Les auteurs n'avaient pas d'ailleurs donné la raison de cette impossibilité. En y réfléchissant, Fresnel comprit qu'elle ne peut être expliquée que si les vibrations des deux rayons sont perpendiculaires

entre elles. C'était une conception hardie, qu'il confia à quelques amis. L'accueil qu'il en reçut n'était pas de nature à l'encourager.

» Tout le monde, à cette époque, considérait l'éther comme un gaz pouvant, comme les autres, transporter les vibrations longitudinales; aucun savant ne pouvait imaginer qu'il fût une sorte de solide à vibrations transversales. Ampère suggéra d'autres idées. Quant à Arago, l'ami constant, le conseiller dévoué de Fresnel, qui avait embrassé avec enthousiasme et soutenu de son autorité toutes les idées de Fresnel, Arago fit à l'hypothèse des vibrations transversales de l'éther une opposition qu'il n'abandonna jamais complètement. Arrêté mais non persuadé par cette unanime réprobation, Fresnel hésita et attendit les conseils du temps. Il attendit jusqu'en 1822; mais, à cette époque, sa conviction étant complète, il se décida, publia sa théorie, et, dans les années suivantes, il en montra l'accord avec les expériences connues.

Alors une soudaine clarté se répandit sur ces phénomènes de l'Optique, jusqu'alors rebelles, et qui avaient défié la sagacité de tant d'hommes de génie, même de Newton. Ce qui était si obscur devint évident, ce qui, la veille, était inexplicable, apparut comme la conséquence naturelle de cette nouvelle conception qui considérait le rayon polarisé comme une succession régulière de vibrations transversales orientées, dont les plans de symétrie se confondaient avec ceux du rayon. On peut les partager en deux autres, par la simple loi du parallélogramme des vitesses, les transformer en vibrations circulaires ou elliptiques, expliquer les couleurs des lames minces cristallisées, qui avaient donné tant de mal à Biot, et calculer par une théorie purement mécanique les proportions de lumières réfléchie et réfractée par les substances, ce qui n'avait jamais été fait.

» Aucune difficulté ne paraissait insurmontable : Arago avait découvert, dans le cristal de roche, la singulière propriété de faire tourner quelquefois à gauche, d'autres fois à droite, le plan de polarisation des rayons qui le pénètrent, suivant la direction de son axe. Fresnel imagina aussitôt que le quartz devait décomposer ce rayon en deux autres vibrant circulairement, l'un à droite, l'autre à gauche, et se propageant avec des vitesses inégales; et, comme l'hypothèse paraissait n'avoir aucun degré de probabilité, il démontra par l'expérience la réalité de cette singulière conception. Un dernier problème restait à traiter, le plus difficile de tous, celui de la double réfraction à travers tous les cristaux; Fresnel en donna la théorie mathématique et calcula la surface de l'onde sur laquelle arrive, après

l'unité de temps, un ébranlement produit en un point dans l'intérieur du cristal.

» Dans la suite des nombreux travaux que Fresnel publia pour compléter sa théorie, il développa tant de ressources d'imagination, une telle fertilité d'inventions, une si rare habileté à imaginer et à conduire les expériences, surtout il montra tant d'adresse pour suppléer à son insuffisance en fait de calcul, qu'aujourd'hui encore l'admiration n'a point diminué, et que ses successeurs n'ont presque rien ajouté à son œuvre. Après qu'il eut passé, l'Optique était faite; elle était devenue un chapitre de la Mécanique rationnelle, une question de calcul autant que d'expérience. On renonçait aux hypothèses plus ou moins vagues dont les savants s'étaient si longtemps payés pour ne voir que des communications de mouvement dans cette sorte de télégraphie, jusque-là mystérieuse, qui nous révèle la forme et la couleur, et qui est notre seule communication avec le monde extra-terrestre. C'est par le moyen de vibrations mesurables transmises dans un milieu matériel que nous recevons la chaleur et la force, et que s'entretient la vie. L'avenir devait développer ces principes, mais les savants modernes, en prouvant l'identité de la chaleur et de la lumière, en créant sa théorie mécanique, n'ont fait que continuer la route tracée par Fresnel.

» On s'accorde généralement à regarder le travail sur la double réfraction comme l'œuvre maîtresse de Fresnel. Sans nous arrêter à rechercher si ce jugement est fondé, nous devons rappeler que le Mémoire fut renvoyé à l'examen d'une Commission composée d'Ampère, d'Arago, de Fourier et de Poisson, que le Rapport, œuvre d'Arago, conclut à l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*, et que le vote unanime de l'Académie ratifia ces conclusions. Mais on remarqua, non sans surprise, que Poisson, qui n'avait pris aucune part aux travaux de la Commission, se dispensa de les signer, persistant jusqu'au bout dans son opposition à la doctrine. Laplace tint une conduite tout opposée et plus digne; malgré ses convictions antérieures, il prit la parole immédiatement après la lecture du Rapport, affirmant la valeur exceptionnelle du travail, félicita l'auteur de sa persévérance, de sa sagacité et déclara qu'il mettait ces recherches au-dessus de ce qu'on avait fait depuis longtemps.

» Il ne restait plus guère qu'un opposant : c'était Biot, qui demeura fidèle à la théorie newtonienne jusqu'à sa mort, arrivée dans un âge avancé. Rien n'avait pu vaincre une aveugle obstination. Biot était un esprit délié et délicat, habile aux Mathématiques et en Astronomie ancienne et moderne; il passait, non sans raison, pour le meilleur professeur de son

temps, et pour le plus élégant des écrivains scientifiques, il avait son fauteuil dans les trois Académies française, des Sciences et des Inscriptions; mais, avec des qualités si élevées, il avait un défaut qui, souvent, les rendait stériles et fut la cause de ses infortunes scientifiques, celui de ne plus vouloir discuter sincèrement avec lui-même les théories qu'il avait une fois embrassées, encore moins d'écouter les objections qu'on lui opposait. Ce n'est qu'à la fin de sa vie qu'il se laissa montrer par l'opticien Soleil, et cela par hasard, ces belles expériences d'interférence qu'il avait tant combattues, sans jamais les avoir regardées. Bien différent de ce collègue, fermé aux nouveautés, Arago les embrassait avec passion et les faisait valoir avec la pétulance de sa généreuse nature; Arago avait tous les dons, une beauté olympienne, une éloquence naturelle et entraînante, une telle faculté de communication que les plus ignorants croyaient le comprendre et se montraient charmés. Il avait cette sagacité particulière aux inventeurs heureux, qui leur fait deviner une découverte dans une rencontre du hasard : il trouva le magnétisme de rotation en voyant une boussole dont les oscillations s'éteignaient rapidement; il vit, dans des fragments de cristal de roche ramassés par hasard sur les quais, un des plus curieux phénomènes de l'Optique, et dans les lames minces de mica la polarisation elliptique. Mais il se contentait d'ouvrir les mines qu'il avait découvertes; il n'y restait pas et laissait aux autres le soin de les exploiter; Biot s'en emparait, il y travailla pendant toute sa vie.

» La Science française n'avait pas encore rencontré trois physiciens de cette trempe, d'une si égale ardeur et de qualités si diverses; mais le rôle de Fresnel dépassa celui de tous les autres : il résumait leurs travaux et en faisait la théorie avec une fertilité d'imagination qui n'a jamais été dépassée.

» On reproche quelquefois aux ingénieurs de l'État l'éducation scientifique élevée qu'ils ont reçue à l'École Polytechnique, comme si une grande culture de l'esprit les rendait impropres à s'occuper de questions pratiques. Si cette singulière accusation était fondée, Fresnel l'aurait méritée plus que tout autre, puisqu'il était le plus savant théoricien de son temps; il prouva au contraire qu'un excès de science ne lui rendait que plus faciles les applications dont il était chargé. Ayant été nommé ingénieur à Paris, il fut conduit à s'occuper des phares : on n'en était plus au temps où Sostrate de Gnide plaçait sur une tour élevée un large foyer de bois résineux pour éclairer le port d'Alexandrie; on avait remplacé les feux par des lampes dont on dirigeait les rayons vers la mer par des réflecteurs paraboliques.

Mais ce service, si précieux pour la marine, était encore très imparfait lorsque Fresnel résolut de l'améliorer. A cause des brouillards, la lumière était insuffisante; il chercha d'abord à en augmenter l'éclat; conjointement avec Arago, il imagina une lampe ayant jusqu'à six mèches circulaires concentriques entre lesquelles circulait un courant d'air et où l'on faisait monter l'huile par un mouvement d'horlogerie, procédé qui dans la suite fut adapté à la lampe ordinaire par Carcel. La quantité de lumière se trouva ainsi considérablement augmentée et dépassa celle de vingt-cinq lampes d'Argant : il fallait maintenant utiliser cette lumière. Pour cela Fresnel plaça la lampe au centre d'une grosse lanterne à huit pans, garnis chacun de lentilles ayant la lampe pour foyer et formant huit faisceaux de rayons parallèles, divergeant régulièrement comme les rais d'une roue et laissant entre eux de grands espaces angulaires obscurs. Ces faisceaux, à cause du parallélisme des rayons, ne s'affaiblissent pas avec la distance, puisqu'ils ne s'éparpillent point et peuvent illuminer tous les points que la rondeur de la Terre leur permet d'atteindre. De plus la lanterne, portée sur un pivot vertical, tourne par un mécanisme spécial, et les huit faisceaux parallèles, partageant son mouvement et balayant régulièrement la surface de la mer, frappent tous ses points d'éclats subits, séparés par des éclipses prolongées ; et comme on peut faire varier d'un port à l'autre la vitesse de rotation, la durée des éclipses devient un procédé ingénieux et sûr pour indiquer aux navigateurs le nom du port au voisinage duquel ils se trouvent. Mais, et c'est ici que se révèle le génie inventif de Fresnel, pour concentrer beaucoup de lumière, ces lentilles devaient être très grandes, très convergentes, très épaisses en leur milieu, trop lourdes pour être soutenues et contenir une masse de verre que l'industrie ne peut réaliser. Fresnel, appliquant des idées autrefois émises par Buffon et Condorcet, au lieu de les fabriquer d'un seul morceau, les façonna de pièces séparées, étagées en échelons, dont il calcula toutes les dimensions. L'Administration convaincue s'empressa d'admettre et de réaliser les projets de Fresnel, et l'autorisa à construire un de ses appareils sur la tour de Cordouan, à l'embouchure de la Gironde. Cette première application fut réalisée en 1823 ; elle eut un immense succès ; elle fut reproduite dans tous les ports de France et bientôt imitée par tous les gouvernements. Depuis cette époque un grand perfectionnement a été réalisé; la lumière électrique, incomparablement plus éclatante, a remplacé la lampe de Fresnel; elle a percé des brouillards plus épais, réduit les dimensions et diminué le prix des lanternes à échelons; elle a simplifié l'instrument, sans effacer le nom de son auteur.

» Fresnel avait commencé ses travaux en 1816, le Mémoire sur la double réfraction date de 1823 : il n'avait mis que sept ans pour accomplir la plus grande œuvre scientifique du siècle. Il marchait si vite que l'admiration de ses contemporains n'avait pas le temps de le suivre et que plus d'une fois ils lui ont marchandé les récompenses que méritait sa valeur. S'étant présenté pour occuper une chaire de Physique au Collège de France, il n'eut pas une voix; les suffrages se portèrent sur Beudant, dont on ne se souvient plus guère, et qui eut d'ailleurs la modestie de refuser. Quand on recommença l'élection, ce fut Ampère qui l'emporta; cette fois, il n'y eut rien à dire. Une place d'examinateur de la marine étant devenue vacante, Fresnel, qui avait peu de ressources, qui les dépensait dans ses expériences et dont la santé se serait rétablie dans les voyages que nécessite cet emploi, se vit préférer un inconnu; il n'était pas assez bon royaliste. Dans une première candidature, en 1823, quand déjà son œuvre était complète, l'Académie des Sciences nomma Dulong; il est vrai que trois mois après, à la mort de Charles, elle l'adopta d'acclamation à l'unanimité des suffrages. On voit qu'il n'était pas gâté; mais, s'il fut méconnu de son vivant et presque inconnu de ses contemporains, il fut du moins apprécié par M. Becquey, directeur des Ponts et Chaussées, qui le comprit de bonne heure, l'aima comme un fils et le traita toujours avec une bienveillance dont la Science doit récompenser sa mémoire, en ajoutant son nom à celui de son illustre protégé. Malgré la modestie de sa situation, Fresnel savait s'en contenter; il ne recherchait pas le monde, qui n'avait aucun attrait pour sa nature réfléchie; aucune légende ne se fit autour de son nom; on ne sait presque rien de son caractère, si ce n'est qu'il joignait à une grande douceur une parfaite égalité d'humeur; il restait en famille près de son frère qui en était glorieux et de sa mère qu'il n'a jamais quittée. Vivant sans passion, il ne se maria pas; il ressemblait à Newton, c'était un pur esprit. En 1824, une première attaque d'hémoptysie vint le surprendre au milieu de ses fonctions d'examinateur temporaire à l'École Polytechnique, fonctions ingrates, dont son extrême conscience exagérait encore les responsabilités. Il dut se résigner et abandonner ses chers travaux. Qui pourrait dire ce qu'il nous aurait appris s'il avait pu les poursuivre? Il vécut encore deux ans dans un repos relatif, ne s'occupant plus que des phares. Au mois de juin de l'année 1827, il sentit que son œuvre était terminée et que sa vie allait finir; on l'amena mourant à Ville-d'Avray. Arago, son ami de toutes les heures, lui porta dans une dernière visite la grande médaille de Rumford, que venait de lui décerner la Société Royale, médaille sur laquelle est figuré, dans un trépied

de forme antique, un foyer allumé, source de chaleur et de lumière, avec cette légende :

Noscere quæ vis et causa,

devise qui semblait avoir été choisie en prévision des découvertes qui ont illustré la vie de Fresnel. Il la contempla quelques instants, puis, sentant ses yeux se mouiller de larmes, il la plaça près de lui sur ce lit qu'il ne devait plus quiter : c'était une couronne sur un tombeau. Huit jours après, le 14 juillet 1827, à l'âge de trente-neuf ans, s'éteignait dans les bras de sa mère celui qu'on peut appeler le Newton français.

» Son frère Léonor, qui lui avait succédé dans la direction des phares, a rempli pieusement le devoir de recueillir ses Mémoires et tous ses écrits. Par ses soins une édition de ses œuvres complètes a été préparée sous la direction de Senarmont, l'un de ses admirateurs et son commentateur; la mort le surprit avant que l'Ouvrage fût terminé. Le travail fut repris et achevé par Verdet qui mourut lui-même, par une fatalité cruelle, avant l'impression, qui se fit aux frais de l'État. C'est le monument scientifique de l'homme de génie; celui que nous inaugurons aujourd'hui est un souvenir de ses concitoyens. Aucun n'a manqué à son devoir, ni le pays, ni la famille, ni cette petite ville qui s'honorera toujours de l'avoir vu naître et gardera pour la postérité cette calme et douce figure dont le regard tout intérieur semble méditer encore sur les mystères de la lumière qu'il expliqua pendant sa trop courte vie. »

APPLICATION DE LA GÉOMÉTRIE A L'ALGÈBRE. — *Sur les équations algébriques; observations au sujet d'une Communication de M.* de Jonquières; par M. **Léon Lalanne.**

« Le Mémoire sur les équations algébriques dont M. de Jonquières a présenté la première Partie à l'Académie dans sa séance du 25 août dernier m'a d'autant plus vivement intéressé que notre Confrère m'a fait l'honneur de citer certains travaux de moi déjà anciens, et notamment la méthode graphique de résolution des équations numériques de tous degrés qui a été de ma part le sujet de trois Communications faites à l'Académie en 1875 et 1876 [1]. Il annonce n'avoir pas pour objet principal la résolution graphique des équations, mais l'exposé de vues d'ensemble sur leurs propriétés

[1] *Comptes rendus*, t. LXXXI, p. 1186 et 1243, et t. LXXXII, p. 1487. Voir aussi les

générales et sur les *affections* auxquelles elles sont sujettes, à l'aide d'une méthode intuitive de discussion; méthode qui comporte essentiellement la considération de courbes qu'on peut, par extension, appeler paraboliques, et qui sont la représentation de l'équation

$$z^m + az^{m-1} + bz^{m-2} + \ldots + nz^2 + pz + q = 0,$$

dans laquelle, faisant varier le terme tout connu q, on le remplacera par y.

» Après quelques réflexions préliminaires, M. de Jonquières examine successivement l'équation binôme

$$z^m + y = 0;$$

et l'équation trinôme qui résulte de l'adjonction d'un terme $A_r z^r$ au second membre; puis, par d'ingénieuses déductions, il arrive à cette propriété qu'une équation trinôme peut avoir tout au plus quatre racines réelles si m est pair et trois si m est impair.

» Je viens à mon tour exposer que, me mettant à un point de vue différent de celui de notre savant Confrère, et ayant eu au contraire pour objet principal la résolution graphique des équations, je puis néanmoins tirer de ma méthode des conséquences identiques à celles qu'il tire de la sienne pour les équations trinômes qui font l'objet du dernier paragraphe de sa Communication du 25 août.

» Qu'on me permette d'abord de rappeler en quelques mots en quoi consiste cette méthode de résolution, que j'ai appliquée pour la première fois en 1843 à l'équation trinôme

$$z^3 + pz + q = 0.$$

» Une équation numérique d'un degré quelconque, dans laquelle le coefficient de la plus petite puissance de l'inconnue et le terme tout connu sont considérés d'abord comme des variables x et y, peut s'écrire

$$(1) \qquad y = -zx - (rz^2 + \ldots + bz^{n-2} + az^{n-1} + z^n);$$

Notices sur les dessins, modèles et ouvrages relatifs aux services des Ponts et Chaussées, des Mines, etc., publiées par le Ministère des Travaux publics à l'occasion des Expositions universelles de Paris en 1878, de Melbourne en 1880, *Imprimerie nationale*. La publication relative à Melbourne est préférable, l'erreur d'une figure relative à une équation du cinquième degré y ayant été rectifiée. Il en existe aussi une édition en anglais.

La 9e édition des *Leçons d'Algèbre*, de feu Lefébure de Fourcy, renferme un exposé élémentaire et extrêmement clair de la méthode, exposé dû au fils de l'auteur du livre, M. Eugène de Fourcy, inspecteur général des Mines (p. 432 et suiv.).

c'est l'équation d'une ligne droite pour une valeur déterminée de z. Si donc, en supposant l'équation préparée de manière que ses racines soient moindres que 1, on donne à z des valeurs numériques successives, tant positives que négatives,

$$\pm\left(\tfrac{1}{10}, \tfrac{2}{10}, \tfrac{3}{10}, \ldots, 1\right),$$

et que l'on trace sur le plan les droites qu'elle représente, en les cotant suivant les valeurs correspondantes de z, on aura une Table graphique qui fera connaître à vue les valeurs approchées de z pour un point quelconque x, y. Lorsqu'il y a plusieurs racines réelles, à chacune d'elles correspond un cours de droites distinctes, entre lesquelles passe, virtuellement, celle qui donne la valeur de la racine.

» La suite des points d'intersection de deux droites, infiniment voisines, détermine une courbe, enveloppe des positions successives de la droite représentée par l'équation (1), et dont l'équation résulte, comme on sait, de l'élimination de z entre (1) et sa dérivée, prise par rapport à z,

$$(2) \qquad x + 2rz + \ldots + (n-2)bz^{n-3} + (n-1)az^{n-2} + nz^{n-1} = 0.$$

» Cette enveloppe jouit de la propriété remarquable de séparer les diverses portions du plan dans lesquelles on trouve des nombres différents de racines,

$$n,\ n-2,\ n-4,\ \ldots,\ 0 \text{ ou } 1$$

suivant que n est pair ou impair; de sorte que l'on sait *a priori*, par la construction même, quel est le nombre des racines et la valeur approchée de chacune de ces racines, lorsque l'on rend aux variables x et y, sur le plan, les valeurs numériques qu'elles avaient dans l'équation primitive.

» C'est en vue de caractériser ce rôle important dans la séparation des régions auxquelles correspondent des nombres différents de racines, que j'ai proposé de donner à l'enveloppe dont il s'agit le nom de *solutive*.

» Pour l'équation trinôme ci-dessus

$$z^3 + pz + q = 0,$$

on élimine z entre cette équation et sa dérivée

$$3z^2 + p = 0$$

et la solutive a pour équation

$$(3) \qquad 4x^3 + 27y^2 = 0,$$

qui représente une parabole demi-cubique, composée de deux branches qui se touchent, en partant de l'origine, évasée en forme de pavillon de porte-voix, ouverte du côté des abscisses négatives, et symétrique par rapport à l'axe des x. Dans ce cas, la solutive sépare le plan en deux régions distinctes; à l'intérieur de la courbe, il y a trois cours de lignes droites qui s'entrecroisent, tandis que dans tout le reste de l'étendue de ce plan il n'y a plus qu'un cours unique de droites sans aucun entrecroisement.

» Suivant que l'on a

$$4x^3 + 27y^2 \lessgtr 0,$$

le nombre des racines réelles est de 3 ou de 1; et si l'équation (3) est satisfaite, c'est-à-dire pour tous les points de la solutive, il y a deux racines égales et de même signe sur trois.

» Pour l'équation trinôme du deuxième degré

$$z^2 + pz + q = 0,$$

l'équation de la solutive résultant de l'élimination de z entre cette équation et sa dérivée

$$2z + p = 0$$

n'est autre que

$$x^2 - 4y = 0. \tag{4}$$

» De même, suivant que l'on a

$$x^2 - 4y \lessgtr 0,$$

il y a deux racines réelles ou il n'y en a pas; et pour tous les points de la solutive représentée par l'équation (4), les racines sont pareillement égales et de même signe.

» On remarquera avec quelle simplicité s'obtiennent les expressions caractéristiques si connues, qui séparent entre elles les régions où les nombres des racines diffèrent de 2, tant pour le deuxième que pour le troisième degré, expressions auxquelles M. de Jonquières arrive par une autre voie.

» La détermination de la limite de séparation pour l'équation trinôme générale

$$z^m - xz^r + y = 0,$$

traitée par M. de Jonquières, n'offre pas plus de difficultés; car, pour ce

cas général, l'équation de la solutive, si l'on pose $n = m - r$, est

(5) $$n^n r^r x^m - m^m y^n = 0$$

et résulte de l'élimination de z entre la proposée et sa dérivée

$$mz^{m-1} - rxz^{r-1} = 0,$$

qui se réduit à

$$mz^n - rx = 0.$$

» Suivant que le premier membre de (5) est plus grand ou plus petit que zéro, on obtient le maximum ou le minimum des racines réelles possibles.

» Il est facile de voir que l'équation (5) dans le cas de mêmes parité, m et r étant impairs et par conséquent n pair, représente une courbe symétrique par rapport à l'axe des x, analogue à la parabole demi-cubique décrite ci-dessus comme la représentation de

$$4x^3 + 27y^2 = 0,$$

et qu'elle ne comporte que trois tangentes au plus menées d'un point intérieur; que toujours dans le cas de même parité, m et r étant pairs, y^n est de degré pair, et que la solutive, symétrique par rapport à l'axe des y, est toujours tangente à l'axe des x à l'origine, et ne comporte que deux tangentes, et par conséquent deux solutions numériquement différentes.

» Si la proposée peut se mettre sous la forme

$$z^{4\mu} - xz^{2\mu} + y = 0$$

en posant $z^{2\mu} = u$, on aura à résoudre

$$u^2 - xu + y = 0,$$

équation qui, pour toute valeur positive de x, a deux racines positives, pourvu que la relation

$$x^2 - 4y > 0$$

soit satisfaite.

» A chacune de ces deux valeurs de u correspondent pour z deux valeurs égales et de signes contraires données par

$$z = \pm \sqrt[2\mu]{u}.$$

» Donc, une équation trinôme à puissances paires de l'inconnue peut comporter quatre racines égales deux à deux et de signes contraires. Lors

même que le rapport de m à r est impair, comme dans l'équation

$$z^6 - xz^2 + y = 0,$$

on obtient encore quatre racines égales deux à deux et de signes contraires en posant $z^2 = u$, car l'équation du troisième degré

$$u^3 - xu + y = 0$$

a ses trois racines réelles, dont deux positives, x étant positif, pourvu que l'on ait

$$-4x^3 + 27y^2 < 0.$$

» On voit, par ce qui précède, combien la considération de la solutive peut être utile, non pas seulement pour la résolution numérique des équations, mais pour la recherche de leurs *affections*, comme le dit justement M. de Jonquières avec les anciens géomètres. Ainsi se trouve justifiée l'assertion que j'énonçais en commençant, que, tout en ayant pour but de résoudre les équations numériques, la méthode que j'ose signaler de nouveau à l'attention peut être un instrument de recherches théoriques. Il faut d'autant moins s'en étonner que, le second membre de l'équation de la solutive étant zéro, le premier membre n'est autre chose que le *discriminant* du premier membre de l'équation générale (1) remise sous la forme

$$z^n + az^{n-1} + bz^{n-2} + \ldots + rz^2 + sz + t = 0,$$

discriminant qui est une fonction déterminée des coefficients $a, b, \ldots, r, s, t$; mais qui devient une fonction à deux variables par la substitution de x à s et de y à t, fonction dont l'importance est depuis longtemps connue dans la théorie des équations.

» En résumé, en arrivant par une autre voie que M. de Jonquières aux mêmes résultats, je propose d'énoncer sa proposition finale d'une manière un peu différente de la sienne en ajoutant : *lorsqu'une équation trinôme a quatre racines réelles, ces racines sont deux à deux égales et de signes contraires; et la réalité des racines exige que les coefficients x et y dans le trinôme*

$$z^m - xz^r + y$$

satisfassent à une condition d'inégalité dont le premier membre est le discriminant en x et y de ce trinôme, et le second membre zéro, le terme $-xz^r$ étant d'ailleurs réellement négatif.

» C'est à Cauchy que l'on doit d'avoir signalé la possibilité d'appliquer

à une équation trinôme quelconque la résolution que j'avais proposée pour l'équation du troisième degré privée de son second terme (*voir* son Rapport en date du 11 septembre 1843, t. XVII, p. 492 des *Comptes rendus*). En usant du principe de l'*anamorphose géométrique* dont il venait de parler, l'illustre maître étendit ce mode de résolution à une équation de la forme

$$f(z) = X\varphi(z) + Y\chi(z),$$

dans laquelle les fonctions X et Y seraient linéaires en x et en y.

» M. de Jonquières vient de faire connaître les conditions auxquelles doivent satisfaire les coefficients et les exposants de l'équation trinôme générale pour que cette équation admette une, trois ou quatre racines. Le but de ma Communication sera atteint si j'ai réussi à montrer que des considérations d'ordre purement intuitif, fondées sur une méthode graphique déjà connue, conduisent très simplement aux mêmes résultats. Je dois d'ailleurs, en terminant, des remercîments particuliers à M. de Jonquières qui a bien voulu, après avoir pris connaissance de cette Note, me mettre à même d'y introduire quelques rectifications. »

ALGÈBRE. — *Sur les équations algébriques;* par M. DE JONQUIÈRES.

2e PARTIE. — *Équations polynômes.*

« IX. Pour abréger le discours, je dirai que des équations algébriques, complètes ou incomplètes, ordonnées suivant les puissances (croissantes ou décroissantes et supposées entières) de la variable, appartiennent à la même *espèce :* lorsqu'elles ont le même nombre de termes (y compris celui qui est indépendant de x); que les exposants des termes occupant respectivement le même rang sont de même parité; et qu'enfin les coefficients qui ont les mêmes rangs respectifs y sont affectés des mêmes signes.

» Telles seraient, par exemple, les équations

$$x^6 + A_3 x^3 - A_2 x^2 - A_1 x + A_0 = 0,$$
$$x^{10} + A'_7 x^7 - A'_4 x^4 - A'_3 x^3 + A'_0 = 0,$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

dans chacune desquelles les valeurs numériques des coefficients restent seules indéterminées.

» Cette définition admise, l'application des principes exposés dans

une précédente Communication (¹) conduit très simplement au théorème suivant :

» Théorème. — *Le nombre* maximum *de racines réelles que comporte une équation algébrique, donnée* d'espèce (où les valeurs numériques des coefficients restent seules à déterminer de façon que ce maximum soit réalisé), *est invariable.*

» En d'autres termes :

» *Toutes les équations algébriques qui appartiennent à une même* espèce, *quel que soit leur degré, ont le même nombre* maximum *de racines réelles.*

» Ce théorème, très général, n'a, que je sache, encore été donné par aucun auteur (²).

» X. D'après cela, il est facile de dresser, une fois pour toutes, pour chaque *classe* d'équations (la classe étant caractérisée par le nombre *seul* des termes), un tableau présentant synoptiquement les nombres maxima des racines réelles (même distinguées en positives et en négatives), relatifs à toutes les *espèces* d'équations comprises dans cette classe lorsqu'on y effectue toutes les combinaisons possibles de *parité* entre les exposants et de *signe* entre les coefficients. De tels tableaux offrent des sujets de comparaison instructifs ou au moins intéressants et peuvent simplifier les recherches dans certaines applications, où il suffirait de connaître le nombre maximum des racines réelles *possibles;* car ils épargneraient alors au calculateur la discussion parfois délicate à laquelle l'entraînerait l'emploi exclusif des considérations algébriques.

» Je donne ci-après, comme exemple et *in extenso*, le Tableau relatif aux *équations à quatre termes.* Il n'en coûterait qu'un peu plus de travail matériel, à cause du nombre croissant des combinaisons, pour dresser ceux des équations à cinq, six, etc. termes (³). Il est bien entendu que les valeurs numériques des coefficients doivent, dans chaque cas, satisfaire à la condition de donner à l'équation (de l'espèce que l'on considère) le plus grand nombre de racines réelles compatible avec ses autres éléments.

» Dans le cas particulier où les exposants m, r, s d'une équation à

(¹) Voir *Comptes rendus* du 25 août, p. 345.

(²) Du moins explicitement.

(³) Je donnerai, une autre fois, quelques spécimens de Tableaux analogues pour des équations composées de plus de quatre termes, l'espace faisant ici défaut.

quatre termes

$$x^m + A_r x^r + A_s x^s + A_0$$

sont en progression arithmétique $r = s + k$, $m = s + 2k$, on peut, en posant $u = x^k$, ramener au calcul d'une simple équation du second degré les abscisses des flèches des festons, d'où ces flèches elles-mêmes se déduiront, et déterminer ainsi : d'une part, les relations que doivent avoir entre eux les coefficients A_r, A_s, pour que les conditions de réalité des racines propres à chaque cas soient satisfaites; d'autre part, les limites entre lesquelles A_0 peut osciller, sans que l'équation cesse de posséder le maximum de ces racines que comporte son espèce; mais je ne m'arrête point à ce détail.

» XI. Il est à peine besoin d'ajouter que l'emploi de cette méthode [1] géométrique rend compte immédiatement, d'une façon qui parle aux yeux, des changements produits dans le nombre et la nature des racines réelles : par les changements de signe ou de grandeur apportés au terme de l'équation qui est indépendant de la variable; par un accroissement ou une diminution uniforme de toutes les racines; par leur multiplication ou leur division par un même nombre donné. Car ces effets correspondent, respectivement, à une translation parallèle de l'axe des x, ou de celui des y; à une augmentation ou à une diminution dans l'échelle de la figure.

» La *Règle des signes* de Descartes, le théorème de Rolle et celui de Budan-Fourier en sont pareillement des conséquences intuitives, que rend plus évidentes, plus complètes encore à certains égards et plus précises, l'examen des Tableaux précités. Le théorème ci-dessus (IX) résume même, dans des cas étendus, la *Règle de Newton*.

» XII. Je crois donc, ainsi que je le disais dès le début de ces Études, que l'enseignement de la théorie des équations, au moins dans sa partie élémentaire, ne peut que gagner à ce qu'on y admette plus fréquemment, et systématiquement, des considérations de cet ordre. La fatigue de l'étudiant en sera diminuée, l'intérêt accru, la mémoire secourue et la clarté même y gagnera pour tous.

---

[1] Il y a peut-être de la hardiesse à qualifier de *méthode* ce qui ne mériterait, aux yeux de plusieurs personnes, que le nom de *procédé*. J'y trouve pourtant une excuse dans la facilité extrême qu'on y trouve pour découvrir ou condenser, sous une forme saisissante de clarté, des résultats qu'on pourra sans doute maintenant tirer de spéculations purement algébriques, mais auxquels celles-ci ne conduisent pas toujours d'elles-mêmes.

» *Nota.* — Je rappellerai, comme l'a fait le dernier numéro des *Comptes rendus*, dans un *Erratum*, page 450, qu'il faut, à la page 347, ligne 5, en remontant, lire : *parfois*, au lieu de *au fond*.

Équations à quatre termes : $x^m + A_r x^r + A_s x^s + A_0 = 0$
(m, r, s, nombres entiers).

Parité ou imparité des exposants			Signes des coefficients			Limitation du terme A_0.	Nombre maximum des racines réelles		
m.	r.	s.	A_r.	A_s.	A_0.		posit.	négat.	Total.
Pair.	Pair.	Pair.....	+	+	+	Illimité.	0	0	0
			+	+	−	»	1	1	2
			±	−	+	Limité.	2	2	4
			±	−	−	Illimité.	1	1	2
			−	+	+	Limité.	2	2	4
			−	+	−	»	3	3	6
Pair.	Pair.	Impair...	+	+	+	»	0	2	2
			+	±	−	Illimité.	1	1	2
			+	−	+	Limité.	2	0	2
			−	±	+	»	2	2	4
			−	+	−	»	3	1	4
			−	−	−	»	1	3	4
Pair.	Impair.	Pair.....	+	+	+	»	0	2	2
			+	+	−	»	1	3	4
			±	−	+	»	2	2	4
			±	−	−	Illimité.	1	1	2
			−	+	+	Limité.	2	0	2
			−	+	−	»	3	1	4
Pair.	Impair.	Impair...	+	+	+	»	0	2	2
			+	+	−	Illimité.	1	1	2
			+	−	+	Limité.	2	2	4
			+	−	−	»	1	3	4
			−	+	+	»	2	2	4
			−	+	−	»	3	1	4
			−	−	+	»	2	0	2
			−	−	−	Illimité.	1	1	2
Impair.	Impair.	Impair...	+	+	+	Illimité.	0	1	1
			+	+	−	»	1	0	1
			+	−	+	Limité.	2	1	3
			+	−	−	»	1	2	3
			−	+	+	»	2	3	5
			−	+	−	»	3	2	5
			−	−	+	»	2	1	3
			−	−	−	»	1	2	3

Parité ou imparité des exposants			Signes des coefficients			Limitation du terme A_0.	Nombre maximum des racines réelles		
m.	*r*.	*s*.	A_r.	A_s.	A_0.		posit.	négat.	Total.
Impair.	Impair.	Pair.....	+	+	+	Illimité.	0	1	1
			+	+	—	Limité.	1	2	3
			+	—	+	»	2	1	3
			+	—	—	Illimité.	1	0	1
			—	+	+	Limité.	2	1	3
			—	+	—	»	3	2	5
			—	—	+	»	2	3	5
			—	—	—	»	1	2	3
Impair.	Pair.	Impair...	+	+	+	»	0	3	3
			+	+	—	»	1	2	3
			+	—	+	»	2	1	3
			+	—	—	»	1	2	3
			—	+	+	»	2	1	3
			—	+	—	»	3	0	3
			—	—	+	»	2	1	3
			—	—	—	»	1	2	3
Impair.	Pair.	Pair.....	+	+	+	Illimité.	0	1	1
			+	+	—	Limité.	1	2	3
			+	—	+	»	2	3	5
			+	—	—	»	1	2	3
			—	+	+	»	2	1	3
			—	+	—	»	3	2	5
			—	—	+	»	2	1	3
			—	—	—	Illimité.	1	0	1

ALGÈBRE. — *Sur les deux méthodes, celle de Hamilton et celle de l'auteur, pour résoudre l'équation linéaire en quaternions.* Note de M. **Sylvester**.

« Un célèbre quaternioniste m'ayant demandé de lui expliquer la portée de ma solution de l'équation linéaire en matrices, sur la solution du même problème en quaternions, il me semble désirable de donner explicitement le moyen de passer d'une solution à l'autre. Préalablement, il sera bon cependant de remarquer que, faute d'un examen suffisamment attentif de la forme du résultat obtenu ou plutôt indiqué par Hamilton (*Lectures on Quaternions*, p. 559-561), on pourrait attribuer à sa solution une propriété qu'elle ne possède pas, celle de fournir le moyen de trouver la solution de l'équation linéaire en quaternions *sous une forme réduite* semblable à celle que

fournit ma méthode : mais, en effet, l'examen d'un seul terme de m (voir au bas de la page 561), par exemple $\mathrm{S}r\mathrm{J}r^2$, suffit à montrer que le dénominateur m de Hamilton est du douzième degré dans les éléments des quaternions (b et a) de son équation $\Sigma bqa = c$ (p. 559), tandis que le degré pour la forme réduite n'est que huit. Il s'ensuit que le numérateur (si l'on avait la patience de le déduire des formules de Hamilton), aussi bien que le dénominateur obtenu par ce moyen, serait affecté d'un facteur étranger à la question, du quatrième degré, dans les éléments nommés.

» J'ajoute qu'il est parfaitement possible de donner la valeur de x dans l'équation $\Sigma pxp' = \mathrm{T}$ comme fonction seulement des p et p' et des coefficients des *deux formes associées* sans aucune irrationnalité. Car le déterminant du nivellateur $\Sigma p(\ )p'$, disons N, étant obtenu sous la forme $\Omega_2 + \sqrt{\Omega_4}$, le déterminant du nivellateur

$$\Sigma p(\ )p' + \begin{matrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{matrix} (\ ) \begin{matrix} \mathrm{N} & 0 \\ 0 & \mathrm{N} \end{matrix}$$

(disons FN) sera aussi exprimé sous une forme eemblable à celle-là, disons $\Phi_2 + \sqrt{\Phi_4}$.

» Or, au lieu de l'équation identique $\mathrm{FN} = 0$, on peut se servir d'un multiple quelconque de cette équation pour obtenir l'inverse de N comme fonction de puissances positives de N. Ainsi l'on peut, dans ce but, se servir de l'équation $\Phi_2^2 - \Phi_4^4 = 0$, au lieu de $\mathrm{FN} = 0$, et, avec l'aide de cette équation, on obtiendra x exprimé en fonction des p et p' et de fonctions rationnelles des coefficients des deux formes associées; mais alors, au lieu d'être obtenu sous sa forme la plus simple, son numérateur et son dénominateur contiendront un facteur commun qui sera une fonction du huitième degré des éléments des p et des p'.

» Je passe à la règle pour traduire ma solution de l'équation en matrices $\Sigma pxp' = \mathrm{T}$ en solution de cette même équation quand les p, les p' et le T, au lieu d'être matrices, sont donnés comme quaternions. Evidemment tout ce qui est nécessaire, c'est de connaître l'équation qui serait identique pour $\Sigma p(\ )p'$; je vais donner la règle pour l'obtenir.

» Sous le signe Σ, je suppose compris $p, q, r, \ldots, p', q', r', \ldots$

» Ecrivons la forme symbolique $[\mathrm{N}x + (p)y + (q)z + \ldots]^2$, disons X; les coefficients de $xy, xz, \ldots$, symboliquement écrits, sont

$$2(p)\mathrm{N},\ 2(q)\mathrm{N},\ \ldots;$$

à $(p), (q), \ldots$ il *faut substituer* $\mathrm{S}p, \mathrm{S}q, \ldots$; le coefficient de y^2 est $(p)^2$

auquel il faut substituer Tp^2; finalement le coefficient de yz est $(p)(q)$, auquel il faut substituer $S(Vp.Vq)$.

» De même, on construit et l'on interprète la forme

$$[-x'+(p')y'+(q')z'+\ldots]^2$$

(disons X').

» On calcule la valeur de $\dot{X}'^2X^2-4(\dot{X}X)^2$. Ce résultat (une fonction du quatrième degré en N) (disons ΩN), sera une partie de la fonction qui doit être identiquement zéro. Le reste de cette fonction (disons $64\Omega_1 N$) sera

$$[\Sigma S(Vp\,Vq\,Vr)\,S(Vp'\,Vq'\,Vr')]N - \Sigma Sp\,Sp'\,S(Vp\,Vq\,Vr)\,S(Vp'\,Vq'\,Vr'),$$

et je dis que

$$\Omega N + 64\Omega_1 N = 0$$

sera l'équation identique en N, et servira pour trouver la valeur de x, c'est-à-dire $N^{-1}T$ comme fonction du quaternion T, des quaternions $p, q, \ldots, p', q', \ldots$ et des symboles S, V, T; de plus la valeur ainsi obtenue sera x *sous sa forme réduite*.

» Il y a encore une petite observation à ajouter à mes remarques sur la solution de Hamilton de l'équation $\Sigma bqa = c$ (*Lectures*, p. 559). Il divise q en deux parties, le scalar w et le vecteur ρ.

» C'est cette dernière quantité (ρ) qu'il exprime sous la forme $\frac{R}{m}$; alors $w=\frac{S(c)-S\eta'\rho}{\Sigma S(ab)}$, de sorte que, à défaut d'avoir recours à des réductions ultérieures, le dénominateur de q contiendra, non seulement le facteur étranger du quatrième degré dans les éléments des a et des b dont j'ai déjà parlé, mais encore le facteur étranger $\Sigma S(ab)$.

» On remarquera que, dans cette solution, on aura des combinaisons des b avec des a et des fonctions quaternionistiques de ces combinaisons, tandis que, dans la solution infiniment plus simple que je donne du problème, il ne se trouve nulle part des mélanges de cette nature, mais seulement des fonctions quaternionistiques de combinaisons des a entre eux-mêmes et des b entre eux-mêmes. Le vice fondamental de la méthode de Hamilton, c'est la réduction du problème donné à un autre, où, au lieu de q, il n'entre que sa partie vectorielle. Néanmoins le travail de Hamilton (quoique sa raison d'être ne subsiste plus) méritera toujours d'être regardé comme un monument du génie de son grand et admirable auteur.

» C'est là, pour la première fois dans l'histoire des Mathématiques,

qu'on rencontre la conception de l'équation identique (voir *Lectures*, p. 566-567) qui est la base de tout ce qu'on a fait depuis et de tout ce qui reste à faire dans l'évolution de la Science vivante et remuante de la quantité multiple, c'est-à-dire l'*Algèbre universelle*, née à peu près 250 ans après l'organisation définitive de sa sœur aînée l'*Arithmétique universelle*, dans le Mémoire de M. Cayley sur les matrices, dans les *Philosophical Transactions*, vol. 148. »

M. **Simon Newcomb** adresse un Mémoire en anglais portant pour titre : « On the motion of Hyperion ».

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un ouvrage de M. *de Chancourtois*, portant pour titre : « Programme raisonné d'un système de géographie fondé sur l'usage des mesures décimales, d'un méridien 0^grade international et des projections stéréographiques et gnomoniques » ;

2° Une brochure intitulée : « Mémoire sur les eaux potables de Mexico » ; par M. *Antonio Peñafiel*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale diverses Communications relatives à la direction des ballons et au traitement du choléra.

Ces Communications seront soumises aux Commissions chargées de les examiner.

Le **Comité supérieur de rédaction** du *Génie civil* informe l'Académie que le buste de *Jean-Baptiste Dumas* par M. Guillaume est reproduit par la maison Christofle, qui le tient à la disposition des personnes qui voudraient en faire l'acquisition.

PHYSIOLOGIE. — *Sur les propriétés de la lumière des Pyrophores* [1]. Note de MM. **Aubert** et **Raph. Dubois**, présentée par M. Paul Bert.

« Ayant eu en notre possession un insecte lumineux de la famille des Élatères (genre Pyrophore), arrivé vivant au Havre dans une cargaison de bois, nous avons eu l'idée d'étudier la composition et les propriétés de cette lumière. Cette étude avait déjà été faite en partie (nous ne l'avons su que plus tard); mais nos recherches nous ont conduits à des résultats nouveaux et qui nous ont paru dignes d'être signalés.

» *Examen spectroscopique.* — Le spectroscope qui nous a servi est le spectroscope ordinaire à prisme de flint très réfringent et à micromètre. L'insecte était fixé en face de la fente qui était éclairée par l'un des organes lumineux du prothorax. On sait que les Pyrophores ont trois organes lumineux : un situé à la partie ventrale et les deux autres à la partie supérieure du prothorax. Ce sont ces derniers, toujours visibles, qui nous ont servi dans nos expériences. La lumière qu'ils émettent allant en divergeant de chaque côté de l'animal, un même point ne peut pas être bien éclairé simultanément par les deux organes, c'est pourquoi nous n'avons jamais utilisé que l'un d'eux, plaçant la surface à éclairer perpendiculairement à la direction principale des rayons, qui fait un angle d'environ 45° avec le plan de symétrie de l'insecte. L'insecte était maintenu bien lumineux par une excitation mécanique, le frottement d'un léger pinceau.

» Le spectre de cette lumière est fort beau, continu et l'on n'y peut distinguer ni raies brillantes, ni raies obscures. Ce résultat avait déjà été constaté par MM. Pasteur et Gernez sur un pyrophore appartenant à M. l'abbé Moigno (*Comptes rendus*, t. LIX, p. 509; 1864).

» Nous avons pu préciser l'étendue de ce spectre. Il occupait environ soixante-quinze divisions du micromètre s'étendant, du côté du rouge, jusqu'au milieu de l'intervalle qui sépare les raies A et B du spectre solaire, et, du côté du bleu, un peu plus loin que la raie F.

» Lorsque l'intensité de la lumière varie, sa composition change aussi d'une manière assez remarquable. Quand l'éclat diminue, le rouge et l'orangé disparaissent complètement, et le spectre ne se compose plus que du vert avec un peu de jaune et de bleu. Les rayons verts persistent les derniers. L'inverse se produit quand l'insecte commence à être lumineux :

---

[1] Travail du laboratoire de Physiologie maritime du Havre.

le vert apparaît d'abord, puis le spectre s'étend un peu du côté du bleu et beaucoup du côté du rouge. Les rayons les moins réfrangibles sont donc émis les derniers. Aucune source lumineuse, à notre connaissance, ne se comporte ainsi.

» Le seul cas que nous ayons trouvé qui s'en rapproche un peu est celui du sulfure de strontium devenant phosphorescent par l'action de la lumière et d'une température croissante. Quand la température s'élève, les rayons de moins en moins réfrangibles apparaissent dans le spectre, *mais en même temps les rayons les moins réfrangibles disparaissent* (ED. BECQUEREL, *La Lumière*, t. I, p. 387).

» Il est intéressant de rapprocher de cette étude les modifications qu'éprouve la source lumineuse pendant que l'intensité s'accroît. Il suffit d'examiner l'organe un peu attentivement pour constater que, lorsque la lumière commence à paraître, la partie centrale et intérieure seule est lumineuse. Ce n'est que lorsque la lumière est très vive qu'elle gagne la couche périphérique dans laquelle MM. Robin et Laboulbène ont constaté la présence d'une multitude de fines gouttelettes graisseuses. Ces savants pensent que la couche périphérique ne produit pas de lumière et qu'elle ne fait que réfléchir la lumière produite par la partie centrale de l'organe (*Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 511; 1873.) Quoi qu'il en soit de cette opinion, il est curieux de remarquer que ce n'est que lorsque cette couche périphérique est illuminée que les rayons rouges apparaissent.

» *Propriétés photochimiques et phosphorogéniques.* — Bien que le spectre fût peu étendu du côté du violet, nous avons essayé l'action chimique de cette lumière sur des plaques sensibles au gélatinobromure d'argent. Après quelques essais infructueux, nous sommes parvenus, par une meilleure disposition des expériences, à des résultats satisfaisants. Un fragment de dentelle en papier noirci fut disposé devant la plaque sensible dans un châssis à positifs, et la plaque exposée à la lumière de l'un des organes lumineux placé sensiblement au-dessus du milieu du dessin; l'autre organe envoyait ses rayons principaux à peu près parallèlement à la plaque, qu'il éclairait cependant un peu d'un côté. L'insecte était placé à environ $0^{m},02$ de la plaque.

» A cause de cette faible distance, le champ d'éclairement était peu étendu et ne dépassait guère les bords du dessin, sauf du côté qui était éclairé par le deuxième organe. Afin d'obtenir un résultat décisif, la plaque fut exposée pendant une heure; mais l'action fut si intense qu'il nous paraît évident qu'il suffirait d'une exposition beaucoup plus courte. En effet,

nous avons pu réduire le temps de pose à vingt minutes, puis à cinq minutes, et nous aurions certainement obtenu des résultats avec un temps plus court, si la mort de l'insecte n'avait mis fin à nos expériences.

» Ces photographies montrent que la lumière du pyrophore a une action chimique très intense, si l'on songe que ces organes, quoique très brillants, n'émettent cependant qu'une très petite quantité de lumière, ainsi que nous l'avons constaté par des essais photométriques.

» La lumière du pyrophore détermine la phosphorescence du sulfure de calcium après une exposition directe de cinq minutes. La phosphorescence est faible, mais très visible, et se conserve quelque temps.

» Exposés à cette lumière, l'éosine, l'azotate d'urane paraissent visiblement fluorescents.

» Nous n'avons rien obtenu avec le sulfate de quinine et la dissolution éthérée de chlorophylle. »

M. **Govi** fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier, en langue italienne, « Sur un cas singulier de déformation des images dans les lunettes » (*Intorno a una deformazione prospettica delle imagini vedute nei cannocchiali*, Roma, 1884, in-4°). Cette déformation consiste en ce que des droites parallèles entre elles et presque parallèles à l'axe d'une lunette, et qui devraient, par conséquent, paraître converger au loin, semblent au contraire diverger de plus en plus, à mesure qu'elles s'éloignent de l'observateur.

« Ce singulier phénomène, mentionné sans explication en 1852 dans un travail du P. Secchi, a été regardé par quelques physiciens comme une illusion purement subjective. Il n'en est cependant rien, et la découverte en remonte bien plus loin qu'au P. Secchi, puisqu'elle appartient au P. François Eschinardi (1623-1703), qui la publia en 1666, dans sa *Centuria problematum opticorum* (Romæ, 1666, 1 vol. in-4°) et y revint plus tard dans ses *Ragguagli sopra alcuni pensieri sperimentabili* (Roma, 1680, in-4°).

» Le P. Eschinardi fit même mieux que de découvrir le phénomène, il essaya de l'expliquer, en le ramenant à une véritable déformation objective, produite par le jeu des lentilles.

» L'explication rationnelle qu'il en a donnée est, dans le goût du temps, très diffuse et passablement embrouillée, et, quoique bonne, elle est loin d'être suffisante et complète.

» M. Govi l'a reprise par des considérations et des constructions beau-

coup plus simples, et il a prouvé que le renversement *réel* de l'effet perspectif par l'oculaire de la lunette (déjà démontré par le P. Eschinardi) ne suffit pas pour que l'œil puisse le reconnaître. Il y faut encore d'autres conditions qu'il apprend à déterminer, en complétant de la sorte l'explication d'un fait qui mérite, à beaucoup d'égards, l'attention des physiciens.

» M. Govi, à l'occasion de cette étude, revendique, pour le même P. Eschinardi, la formule, relative aux foyers conjugués des miroirs et des lentilles, qu'on appelle ordinairement *formule de Newton*.

» Il donne également des constructions très simples de ces mêmes foyers, qui permettent d'obtenir directement le lieu, la grandeur et la situation des images données par les *lentilles épaisses* et par les *systèmes optiques centrés*, sans avoir recours aux plans et aux points cardinaux de Gauss et de Listing. »

M. Balland communique à l'Académie la suite de ses travaux sur les farines.

A 4 heures et quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 septembre 1884.

Ministère de la Guerre. Statistique médicale de l'armée pendant l'année 1881. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°. (2 exemplaires.)

Bulletin de la Société des amis des Sciences naturelles de Rouen; 2e série; 1883, 2e semestre. Rouen, imp. L. Deshays, 1884; in-8°.

Programme raisonné d'un système de Géographie; par M. A.-E. Béguyer de Chancourtois. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Épreuves.)

Rapports sur les expériences comparatives des différents systèmes de mouture, faites par le syndicat des grains et farines de Paris avec le concours de M. le

Ministre de l'Agriculture, 1883-1884. Paris, Librairie des halles et marchés, 1884; in-8°,

Sur les ardoises à Néréites de Bourg d'Oueil (Haute-Garonne). Observations sur la constitution géologique de la Bretagne (2e article); *par* M. CH. BARROIS. Lille, imp. Liégeois-Six, 1884; 2 br. in-8°. (Extrait des *Annales de la Société géologique du Nord.*)

Intorno a una deformazione prospettica delle imagini vedute nei cannocchiali. Memoria del Socio G. GOVI. Roma, Salviucci, 1884; in-4°. (Reale Accademia dei Lincei.)

P. LEONARDI. *Cenni sulle sostanze antisettiche e su di una teoria del colera.* Venezia, tip. G. Cecchini; 1884; br. in-8°

Memoria sobre las aguas potables de la Capital de Mexico; por el Dr ANTONIO PENAFIEL et LAMBERTO ASIAIN. Mexico, 1884; in-4° (2 exemplaires.)

Indiana-Department of Geology and natural History (thirteenth annual Report); JOHN COLLETT, State geologist, 1883. Indianapolis, 1884; in-8° relié.

ERRATA.

(Séance du 8 septembre 1884.)

Page 434, ligne 6, *au lieu de* 144, *lisez* 6144.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 SEPTEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ALGÈBRE. — *Sur les équations algébriques*; par M. DE JONQUIÈRES [1].

TROISIÈME PARTIE. — *Des équations irrationnelles.*

« XIII. Le théorème formulé dans ma dernière Communication (IX) amène cette conclusion inattendue, et qui me paraît n'être pas sans importance au point de vue de la doctrine, que le nombre maximum des racines *réelles* que peut avoir une équation algébrique *ne dépend pas, en général, du degré de cette équation*, au-dessus d'une certaine limite, bien entendu. Dans le cas particulier où l'équation est complète, si le maximum est marqué par le degré, c'est parce que, les termes à exposants pairs alternant alors, *sans lacunes*, avec ceux à exposants impairs, il en résulte dans les festons possibles, produits ou simplement favorisés par chacun de ces termes (tantôt dans la région des y positifs, tantôt dans la région négative, soit à droite, soit à gauche de l'axe Oy), une certaine disposition et succession qui entraîne ce résultat. C'est, dis-je, dans cette disposition ellemême qu'il faut chercher, dans ce cas aussi bien que dans tous les autres, la cause intime et primordiale des faits constatés. La preuve en est que les

(1) Voir les *Comptes rendus* du 25 août et du 15 septembre 1884.

mêmes principes et les mêmes règles s'étendent, comme on va le voir, aux équations où se trouvent des termes à exposants fractionnaires, pour lesquelles le *degré*, proprement dit, n'a plus de signification quant à l'objet dont il s'agit, notamment lorsque le terme le plus élevé de l'équation est de ceux-là.

» Ce genre d'équations me semble avoir été très peu étudié; Lagrange lui-même n'y fait point allusion dans son *Traité sur la résolution des équations numériques* (1). Elles méritent pourtant d'y avoir leur place au même titre que les autres, non seulement parce qu'on les rencontre dans les applications, mais encore parce que leur exclusion systématique laisserait la théorie des équations incomplète.

» XIV. Dans ce qui va suivre, je supposerai toujours que les deux termes α, β de chaque exposant fractionnaire $\frac{\alpha}{\beta}$ sont premiers entre eux, ce qui est permis, de sorte qu'il y a seulement trois cas à considérer :

α et β impairs,
α pair, β impair,
α impair, β pair.

Les deux premiers cas rentrent dans ceux qui ont été examinés dans la *seconde Partie* et ne donnent lieu à aucune remarque nouvelle. La courbe représentative de l'ensemble des termes de l'équation possède, comme pour les équations où les exposants sont tous entiers, deux branches infinies (plus ou moins festonnées), l'une dans la région positive des x, l'autre dans la région négative.

» Il n'en est plus de même dans le troisième cas. La courbe est alors située tout entière *à droite* de l'axe Oy, car une quantité négative $-x^{\alpha}$ ne saurait se trouver sous un radical pair, sans donner lieu à une valeur imaginaire. En outre, elle se compose de plusieurs branches paraboliques *simultanées* si, comme on doit le faire dans l'étude théorique de la question, on laisse le signe de chaque radical indéterminé.

---

(1) M. Laguerre s'en est occupé incidemment dans un beau Mémoire, inséré au t. IX (3e série) du *Journal de Mathématiques*, que j'ai eu occasion déjà de citer; mais je ne sache pas qu'on l'ait fait avant lui, car le peu qu'en disent les auteurs, dans les Chapitres où ils parlent de l'*évanouissement des radicaux*, ne me semble pas résoudre la question. Les procédés qu'ils indiquent sont, en effet, d'une application très restreinte; ils ont, en outre, le défaut d'introduire, par le fait de la méthode d'élimination employée, des racines étrangères, difficiles à distinguer des autres, qui ont au moins le grave inconvénient de dénaturer complètement le caractère de l'équation qu'on avait sous les yeux. En particulier, la recherche des *maxima* et des *inflexions* y devient à peu près inextricable.

» Il ne serait d'ailleurs pas plus général, dans ce cas, pour l'objet qu'on se propose, de supposer à β un ordre de parité plus élevé que 2, car il faut toujours, en dernière analyse, en venir à extraire une racine carrée, et, sous ce dernier radical, il n'en peut exister aucun, d'ordre pair, qui soit affecté d'un signe autre que +, puisqu'on ne s'occupe ici que de la recherche des racines réelles. Ainsi les seules équations à étudier sont, en définitive, de l'une des deux formes suivantes :

$$(1)\quad x^{\frac{\alpha}{2}} + \ldots + px^m + \ldots + qx^{\frac{\gamma}{2}} + \ldots + tx^{m-i} + \ldots + ux^{\frac{\delta}{2}} + \ldots + A_0 = 0,$$

$$(2)\quad x^m + \ldots + px^{\frac{\alpha'}{2}} + \ldots + qx^{\frac{\gamma}{2}} + \ldots + tx^{m-i} + \ldots + ux^{\frac{\delta'}{2}} + \ldots + A_0 = 0,$$

$m, i, \ldots, \alpha, \gamma, \delta, \ldots, \alpha', \gamma', \delta', \ldots$ étant des nombres entiers positifs, et l'équation étant ordonnée suivant les puissances décroissantes de x.

» Si l'on désigne par n le nombre des termes qui, dans l'une ou l'autre de ces deux équations, ont des exposants de la forme $\frac{\theta}{2}$, on voit immédiatement :

» Que la courbe se compose de 2^n branches situées à droite de Oy, dont 2^{n-1} se dirigent finalement vers $y = +\infty$, tandis que les 2^{n-1} autres se dirigent finalement vers $y = -\infty$.

» Comme je dois, faute d'espace, me borner ici à des indications générales, suffisantes pour faire bien comprendre le sujet, je prendrai tout de suite un exemple, et, comme il est intéressant de pouvoir comparer les résultats avec ceux qu'a fournis l'étude des équations à exposants entiers, je choisirai d'abord l'équation générale à quatre termes, et successivement des deux types ci-dessus (1) et (2).

» XV. 1° Soit donc

$$x^{\frac{\alpha}{2}} + px^m + qx^{\frac{\gamma}{2}} + A_0 = 0$$

l'équation proposée, où l'on suppose $\frac{\alpha}{2} > m > \frac{\gamma}{2}$, les coefficients pouvant être positifs ou négatifs.

» Pour chaque signe (+ ou —) attribué à p, la courbe complète se compose de $2^2 = 4$ branches infinies, situées à droite de Oy : deux au-dessus de Ox (sauf les sinuosités passagères) et deux au-dessous de cet axe.

» Cela posé, le Tableau suivant fait connaître le nombre maximum de racines réelles correspondant à chaque combinaison de signes des coefficients :

Signes des termes. 1er.	2e.	3e.	4e.	Limitation du terme A_0.	Nombre maximum des racines réelles positives.	Observations.
+	+	+	+	Illimité	0	Dans ce premier groupe, où p est positif, le maximum *individuel* est 3, le maximum *collectif* pour un même signe de A_0 est 6 ([1]).
+	+	+	—	»	1	
+	+	—	+	Limité	2	
+	+	—	—	Illimité	1	
—	+	+	+	Limité	3	
—	+	+	—	»	2	
—	+	—	+	Illimité	1	
—	+	—	—	Limité	2	
+	—	+	+	»	2	Dans ce deuxième groupe, où p est négatif, les maxima individuel et collectif sont les mêmes que dans le premier.
+	—	+	—	»	3	
+	—	—	+	»	2	
+	—	—	—	Illimité	1	
—	—	+	+	»	1	
—	—	+	—	Limité	2	
—	—	—	+	Illimité	1	
—	—	—	—	»	0	

» 2° En second lieu, soit

$$x^m + px^{\frac{\alpha}{2}} + qx^{\frac{\gamma}{2}} + A_0 = 0$$

l'équation proposée, où l'on a $m > \frac{\alpha}{2} > \frac{\gamma}{2}$.

» Ici les branches, réduites à un seul groupe de quatre, se dirigent toutes, finalement, vers la région des y positifs et à droite de l'axe Oy, ce qui donne lieu au Tableau suivant :

Signes des termes. 1er.	2e.	3e.	4e.	Limitation du terme A_0.	Nombre maximum des racines réelles positives.	Observations.
+	+	+	+	Illimité	0	Le maximum individuel est 3; le maximum collectif est 6, pour un même signe de A_0. Lorsque A_0 est positif, toutes les racines sont imaginaires au delà d'une certaine limite de ce terme indépendant de x.
+	+	+	—	»	1	
+	+	—	+	Limité	2	
+	+	—	—	Illimité	1	
+	—	+	+	Limité	2	
+	—	+	—	»	3	
+	—	—	+	»	2	
+	—	—	—	Illimité	1	

([1]) En se reportant au Tableau de ma précédente Communication, on y voit que le même maximum 6 y est pareillement atteint, mais une seule fois, pour l'une des *espèces* comprises dans l'équation générale à quatre termes, tandis qu'ici il l'est toujours, si l'on considère collectivement les quatre branches de la courbe.

» XVI. On trouve facilement les nombres relatifs à chaque *espèce* d'équation polynôme de plus de quatre termes contenant un ou plusieurs termes à exposants fractionnaires de la forme $\frac{\theta}{2}$, en convenant d'appeler alors équations *de même espèce* celles qui ont le même nombre total de termes, où les termes de mêmes rangs respectifs ont les mêmes signes, où enfin les termes de mêmes rangs ont des exposants de même parité (ou imparité), absolue s'ils sont entiers, ou dont les dénominateurs ont même parité s'ils sont fractionnaires.

» Par exemple, pour l'équation à six termes de la forme

$$x^{\frac{\alpha}{2}} + px^{\frac{\gamma}{2}} + qx^m + tx^{\frac{\delta}{2}} + ux^{\frac{\varepsilon}{2}} + A_0 = 0,$$

le Tableau représentatif du nombre maximum des racines réelles contiendrait le fragment ci-après, car il serait trop long d'écrire ici le Tableau tout entier.

....								
+	—	—	+	—	+	Limité	4	Dans ce groupe de quatre branches, le maximum individuel est 4, le maximum collectif, pour une même ligne A_0, est 10. C'est aussi le nombre maximum qui se rencontre, mais pour une seule espèce, dans les équations à six termes où les exposants sont entiers, savoir : $x^{2m} - x^{2n} + x^{2t} - x^{2s} + x^{2u} + A_0 = 0.$
+	—	—	+	—	—	»	3	
+	—	—	+	+	+	»	2	
+	—	—	+	+	—	»	3	
+	—	—	—	+	+	»	2	
+	—	—	—	+	—	»	3	
+	—	—	—	—	+	»	2	
+	—	—	—	—	—	Illimité	1	
....								

» Ce qui frappe, lorsqu'on examine la dernière colonne de ce Tableau et des deux précédents, c'est que les nombres de racines réelles y diffèrent souvent d'une unité ou d'un nombre impair d'unités, ce qui ne se présentait jamais dans ceux relatifs aux équations à exposants entiers qui ont fait le sujet de la *deuxième Partie* de ma *Note*. Par suite, les racines imaginaires ne se comportent pas de la même façon dans ces équations *considérées isolément* et dans celles qui contiennent des termes à exposants fractionnaires pairs; ce qui révèle une difficulté de plus dans l'interprétation correcte des équations irrationnelles transformées en équations rationnelles par l'évanouissement des radicaux; car, dans ces dernières, les racines imaginaires vont toujours par paires. Pour faire disparaître cette apparence de paradoxe, il faut considérer, d'une part l'ensemble des branches de la courbe *complète* qui figure l'équation irrationnelle proposée en tenant

compte de tous les doubles signes de ses radicaux, et, d'autre part, réunir pareillement les équations auxquelles donne lieu la transformation opérée par l'évanouissement des radicaux, réunion qui a notamment pour effet de rendre toujours pair le degré de l'équation multiple finale. Mais l'intervention *nécessaire* de ces éléments étrangers à l'équation proposée, où le signe de chaque terme est censé donné, dévoile précisément l'inconvénient inhérent à la transformation dont il s'agit.

» XVII. En résumé, si l'on étend aux équations irrationnelles, comme on vient de le faire (XVI), la définition du mot *espèce*, on a, pour toutes les équations algébriques rationnelles, irrationnelles ou mixtes, le théorème suivant :

» Théorème général. — *Toutes les équations algébriques, rationnelles ou non, qui appartiennent à une même espèce, possèdent le même nombre maximum de racines réelles, quels que soient leurs degrés respectifs.*

» Cette conclusion, entièrement nouvelle, montre à quel point les considérations tirées de la *Géométrie de situation* dont j'ai fait usage sont propres à faciliter et à développer l'étude et l'intelligence de la théorie des équations, à mettre en relief leurs affinités ou leurs différences mutuelles, selon les variations que, *certaines choses égales d'ailleurs*, on fait subir à la valeur numérique de leurs divers coefficients [1], enfin même à y faire découvrir des propriétés encore inaperçues. Ce me sera donc une excuse pour avoir entretenu un peu longuement l'Académie d'un sujet qui est regardé comme élémentaire, et qu'après tant de travaux l'on devait croire épuisé. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Observations relatives à la couronne visible actuellement autour du Soleil*; par M. A. Cornu.

« Le phénomène d'illumination colorée qu'on aperçoit autour du Soleil, depuis plusieurs mois, présente une foule de particularités intéressantes, qui ne me paraissent pas avoir encore été signalées; en voici une description succincte :

» 1° *Variations de forme et de coloration.* — La couronne rougeâtre, concentrique au Soleil, observée par M. Thollon (*Comptes rendus* des

---

(1) Cette variation peut, en effet, porter sur eux aussi bien que sur le dernier terme de l'équation, le seul que j'aie mentionné dans la deuxième Partie de ces Études (*Comptes rendus*, p. 471, ligne 15), ce qui étend singulièrement les applications de la méthode sur laquelle elles reposent et les lumières qu'on en peut tirer.

24 mars et 8 septembre 1884) et par M. le Dr Forel (11 août et 1er septembre 1884) est la manifestation la plus simple de ce phénomène; elle n'apparaît, sous cette forme géométrique, que quand le Soleil est à une grande hauteur au-dessus de l'horizon, au milieu d'un ciel suffisamment pur; mais, lorsque le Soleil s'abaisse, l'arc inférieur de la couronne s'élargit et devient plus intense; au-dessous, sur l'horizon, naît une bande colorée de même teinte, qui s'élargit aussi vers la couronne, comme attirée par elle; cette bande s'étend peu à peu dans tous les sens, atteint la couronne et finit en quelque sorte par l'englober.

» Pendant cette déformation, l'espace brillant intérieur, d'un blanc légèrement bleuâtre, reste sensiblement circulaire; par une illusion facile à expliquer, le Soleil paraît n'en plus occuper le centre, mais un point de plus en plus rapproché du bord inférieur; finalement, lorsque le Soleil atteint l'horizon, le cercle intérieur de la couronne y devient aussi tangent au même point (1). Dans l'intervalle, les teintes se modifient d'une manière continue; elles passent d'abord par la couleur dite *jaune de Naples* et tournent ensuite au jaune brunâtre. Après le coucher du Soleil, la couronne prend l'apparence d'une fumée légère et s'efface peu à peu; les colorations se fondent avec celles du Soleil couchant, mais en rappelant le plus souvent, dans les régions supérieures, les teintes rosées des beaux crépuscules de l'hiver dernier.

» Telle est la succession des apparences qu'on peut voir pendant une belle journée, lorsque le ciel est pur; de petits nuages n'empêchent cependant pas l'observation; ils offrent même l'occasion de constater que l'illumination colorée se produit derrière eux, c'est-à-dire au-dessus d'eux, car ils se détachent en blanc bleuâtre sur les teintes rousses, orangées ou jaunes, dont il est ici question.

» La brume ou les cirrhus légers suffisent généralement à effacer tous ces phénomènes; mais les cumulus épais, avec trouées de ciel bleu, permettent, dans certaines circonstances météorologiques, de faire des observations encore plus curieuses, lorsque ces trouées s'ouvrent sur la couronne. La couleur rousse assez effacée que la couronne présente d'ordinaire se change en un rouge de cuivre extrêmement vif, se fondant par diverses nuances intermédiaires avec le bleu azur sur lequel il se détache. La suc-

(1) J'ai observé, pour la première fois, cette apparence à la fin du mois de novembre dernier, le lendemain de la première apparition des beaux crépuscules; depuis, je l'ai revue à chaque coucher de soleil dans un ciel pur.

cession des teintes de la couronne, qu'on aperçoit mal sur le ciel pur, se voit alors avec plus de netteté dans l'ordre suivant; à partir du centre : bleu azur clair, gris teinte neutre, jaune brun, jaune orangé, rouge cuivre, rouge pourpre et violet sombre; elle offre beaucoup d'analogie avec la succession des teintes du premier anneau des couronnes de diffraction x^2 que présentent les nuages légers : on peut donc faire souvent la comparaison directe.

» L'apparition de ces teintes si vives ne se produit pas à toutes les trouées ouvertes sur la couronne; une seconde condition est nécessaire : il faut que, sur la ligne de visée, les couches brumeuses soient dans l'ombre; autrement, les couleurs sont lavées de blanc et ne diffèrent en rien des teintes ordinaires; cette condition devient évidente, lorsqu'on suit les traînées blanches ou *rayons* qui divergent du Soleil à travers ces trouées, car c'est en dehors de ces *rayons* qu'on observe ces teintes rouges de feu d'un éclat si extraordinaire.

» Ces observations conduisent à penser que le phénomène se produit dans une région de l'atmosphère notablement plus élevée que le niveau des cumulus (peut-être même des cirrhus) et qu'il acquerrait, pour un observateur situé dans les régions de l'atmosphère où toute brume terrestre disparaît, l'intensité extraordinaire que j'ai entrevue dans les circonstances précitées.

» C'est justement la conclusion à laquelle arrive M. le Dr Forel, d'après ses observations à des altitudes croissantes dans les Alpes : cette concordance, obtenue par deux voies si différentes, donne une grande probabilité à l'hypothèse qui placerait le siège du phénomène à une altitude considérable.

» 2° *Procédé pour augmenter la visibilité du phénomène.* — Les circonstances météorologiques permettant d'observer ces couleurs éclatantes sont très rares : dans nos climats du centre de la France, les teintes de la couronne sont pâles, même dans les belles journées; on peut toutefois leur donner beaucoup d'éclat par un artifice très simple; il consiste à cacher le disque du Soleil par un écran opaque et à observer le ciel à travers un milieu coloré convenable : certains verres d'un rose violacé, diverses substances en solution, parmi lesquelles on peut citer l'alun de chrome et surtout le violet d'aniline (1), permettent d'apercevoir la couronne, lors même que la brume l'efface presque entièrement à l'œil nu.

(1) On improvise la petite cuve nécessaire à l'observation, en collant à chaud avec de la

» Lorsqu'on a réglé la teinte des verres ou la concentration de la liqueur d'après la meilleure visibilité du phénomène, on reconnaît avec un spectroscope que l'absorbant a enlevé le milieu du spectre (le jaune et le vert), sans avoir sensiblement altéré les couleurs extrêmes (le rouge, le bleu et le violet). Aussi la couronne apparaît-elle en rouge sur fond bleu violacé.

» Il paraît nécessaire, pour une bonne visibilité, de conserver à l'absorbant la transparence pour les couleurs extrêmes; car un verre rouge à vitrail, qui éteint tout, sauf le rouge, dessine mal la couronne, et une cuve de bleu céleste (sulfate de cuivre ammoniacal), qui intercepte le rouge, le jaune et le vert, efface entièrement le phénomène [1]; le ciel paraît d'un bleu presque uniforme jusqu'au bord du disque solaire.

» Il résulte de ces observations que le phénomène décroît en intensité avec la réfrangibilité de la lumière émise : nous retrouverons plus loin des conclusions semblables.

» 3° *Observations polariscopiques.* — Cette couronne circumsolaire n'a pas seulement troublé l'uniformité de la teinte bleue du ciel autour du Soleil, elle a apporté une perturbation considérable dans la polarisation atmosphérique, spécialement aux environs des points neutres.

» On sait qu'il existe dans le ciel pur (que j'appellerai *normal* par opposition à l'état actuel) trois *points neutres,* c'est-à-dire trois points dont la lumière est dépourvue de toute polarisation; à savoir : le point d'Arago, situé au-dessus du point antisolaire; le point de Babinet, au-dessus du Soleil; le point de Brewster, au-dessous; tous trois dans le vertical de l'astre.

» Depuis l'apparition de la couronne, les distances respectives de ces trois points aux centres solaire ou antisolaire ont varié d'une quantité considérable : en outre, *quatre nouveaux points neutres ont apparu; deux à deux symétriquement placés par rapport au vertical du Soleil, à peu près à la hauteur des centres solaire et antisolaire.*

» L'observation des deux nouveaux points neutres à droite et à gauche du Soleil est particulièrement facile en interposant un verre rouge entre l'œil

---

paraffine un anneau de carton de Bristol entre deux verres. On commence par regarder le ciel à 90° du Soleil pour effacer certaines impressions physiologiques persistantes, puis on approche progressivement du centre du phénomène.

(1) La photographie ne m'a donné aucune trace appréciable de la couronne un jour où le phénomène était passablement visible : le collodion employé avait pourtant été choisi de manière à présenter le maximum de sensibilité entre les raies G et H.

et le polariscope [1] de Savart; ils sont situés à l'extérieur de la couronne rouge : un verre de couleur verte montre des points neutres moins écartés, et un verre bleu cobalt les rapproche à une distance très faible du Soleil. *L'intensité de la perturbation décroît donc avec la réfrangibilité de la lumière émise : l'analyse du phénomène polariscopique, comparé à celui des années antérieures, montre que la perturbation correspond en chaque point à la superposition d'un faisceau polarisé dans un plan perpendiculaire au plan passant par le Soleil.*

» Les deux nouveaux points neutres, voisins du point antisolaire, sont au contraire difficiles à observer : il faut employer un double verre rouge à vitrail pour opérer sur une radiation aussi monochromatique et aussi peu réfrangible que possible. Le champ de vision est sombre : néanmoins les franges sont bien visibles si le ciel est pur; malheureusement le phénomène ne dure que quelques minutes avant le coucher du Soleil. On reconnaît alors, dans l'allure des franges observées, sous toutes les orientations, entre l'horizon et le point neutre d'Arago, l'analogue de ce qui se produit entre le Soleil et le point neutre de Babinet : on est ainsi conduit à l'existence de deux autres points neutres. Toutefois, comme l'identité n'est pas et ne peut pas être absolue, en raison de la différence des circonstances, je ferai quelques réserves sur la constitution de ces points [2] et je demanderai que l'on considère l'affirmation de leur existence comme la manière la plus simple et la plus brève de caractériser la perturbation qui existe actuellement au voisinage du point antisolaire.

» 4° *Observations polarimétriques et photométriques.* — La perturbation n'est pas moins grande aux environs du point où la polarisation est maximum, c'est-à-dire dans le vertical du Soleil à 90° de l'astre : la proportion maximum de lumière polarisée, qui, dans les belles journées, atteignait, ces années dernières, le chiffre de 0,75, n'a presque jamais dépassé 0,48.

---

(1) Il est nécessaire, pour une bonne perception des franges, de disposer le polariscope comme la loupe des horlogers, pour protéger latéralement l'œil qui observe, de couvrir l'autre œil avec la main et de maintenir tout le visage à l'ombre derrière un écran convenable. Un point neutre est caractérisé par les deux conditions suivantes : c'est un point où les franges du polariscope s'effacent : 1° quelle que soit leur orientation; 2° en devenant complémentaires sur leur prolongement.

(2) L'*effacement* des franges est à peu près complet en ces points : mais leur *immersion*, qui doit se faire ici sur une zone étroite, n'est pas observable avec une lumière si faible et si peu homogène.

» Une diminution accidentelle de la proportion de lumière polarisée correspond d'ordinaire à une simple augmentation de la brume; mais la permanence d'une proportion aussi faible, dans les conditions météorologiques les plus diverses, rapprochée des perturbations signalées plus haut, paraît indiquer l'existence permanente d'une cause agissant comme la brume pour diffuser de la lumière neutre (ou polarisée normalement au plan du Soleil) et diminuer la polarisation apparente du ciel bleu.

» Des mesures photométriques, faites autour du disque solaire, mais dont le détail m'entraînerait trop loin, conduisent à la même conclusion.

» L'observation polarimétrique faite avec un verre rouge ou un verre bleu cobalt montre que la proportion de lumière polarisée est moindre pour les radiations rouges que pour les radiations bleues : là encore l'intensité de la perturbation décroîtrait donc avec la réfrangibilité.

» Cette description sommaire est trop incomplète pour permettre des conclusions rigoureuses sur la cause du phénomène: elle suffit cependant à montrer que cette cause est liée vraisemblablement à l'explosion du Krakatau. Les observations rapportées plus haut seraient assez nombreuses pour appuyer l'hypothèse très naturelle d'un nuage de particules ténues d'un diamètre moyen presque constant, lancées par le volcan dans les hautes régions de l'atmosphère. Toutefois, je demande à l'Académie la permission de me borner aujourd'hui à ce simple exposé des faits et de réserver pour une Communication ultérieure une discussion plus précise, fondée sur les déterminations numériques qui m'occupent actuellement. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la marche générale de la végétation dans les plantes annuelles: Amarantacées;* par MM. **Berthelot** et **André.**

« Le nombre des végétaux est si grand, et les conditions de leur vie sont tellement variées, que l'on ne saurait espérer les éclaircir d'une manière générale par des études faites sur une espèce unique. Celles-ci sont indispensables pour préciser le problème et le rapporter à des données bien définies : c'est à ce titre que nous avons exposé d'abord nos recherches sur la Bourrache; mais nous avons étudié simultanément la marche annuelle de la végétation dans huit autres plantes, choisies toutes, sauf une, dans le groupe de celles qui produisent le salpêtre en abondance. Nous allons donner les Tableaux qui résument cette vaste série d'analyses, en en comparant brièvement les résultats avec ceux que nous avons publiés plus en détail sur la Bourrache :

II. — Amarantus caudatus (queue de renard).

Poids relatifs des diverses parties de la plante.

	Végétation commençante. — 29 mai.	Floraison commençante. — 30 juin.	Floraison. — 11 septembre.	Floraison et dessicc. sur pied. — 19 octobre.
Feuilles	49,0	40,45	16,0	15,2
Tige	40,2	39,95	28,5	22,1
Racines	10,8	15,9	10,4	4,3
Inflorescences	0,0	3,7	45,1	58,4
	100,0	100,0	100,0	100,0
Plante totale	0gr,610	16gr,15	177gr,8	287gr,9

» La proportion relative des feuilles et de la racine va sans cesse en diminuant; celle des inflorescences devient énorme, comme l'apparence de la plante le fait pressentir d'ailleurs à première vue.

Composition générale de la plante. Poids absolus.

	Graine.	Plantule.	Végétation commenç. — 29 mai.	Floraison commenç. — 30 juin.	Floraison. — 11 sept.	Fructification. — 19 oct.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Ligneux et analogues	0,00051 (1)	0,00039	0,216	8,770	124,3	201,8
Principes albuminoïdes	0,000076	0,00013	0,093	0,973	10,63	19,0
Extrait, etc	0,000025 (2)	0,00047	0,160	3,471	20,74	29,8
Carbonate de potasse	0,000011	0,00009	0,0845	2,662	9,69	20,3
Matières fixes insolubles	0,000013	0,00023	0,0555	1,017	13,16	16,3
Plante totale	0,000635	0,0013	0,610	16,150	177,8	287,9

Poids relatifs.

	Graine.	Plantule.	26 mai.	30 juin.	11 septembre.	19 octobre.
Ligneux et analogues	80,1	30,0	35,4	54,3	69,4	70,1
Principes albuminoïdes	12,0	10,0	15,3	6,1	6,1	6,6
Extrait, etc	4,0	36,2	26,3	21,6	11,7	10,4
Carbonate de potasse	1,7	8,2	13,9	11,7	5,4	5,6
Matières fixes insolubles	2,2	15,6	9,1	6,3	7,4	7,3
Plante totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

(1) Comprend l'amidon.

(2) Matière grasse, 0,0000003.

» La prépondérance relative et absolue du ligneux s'accuse de plus en plus, par suite du progrès de la végétation, comme pour la Bourrache. Les matières solubles croissent moins vite, leur rapport au ligneux passant de l'égalité au septième, pour l'*Amarantus caudatus*. La formation des deux ordres de principes répond surtout à la fixation du carbone et des éléments de l'eau, phénomène prépondérant dans l'accroissement en poids du végétal. Les albuminoïdes croissent aussi en poids absolu; mais leur proportion relative varie suivant une autre loi : elle est maximum, pour l'*Amarantus caudatus* comme pour la Bourrache, aux débuts de la floraison; puis elle diminue beaucoup. Cette oscillation (15 et 6) est moindre pour l'*Amarantus caudatus* que pour la Bourrache (21 et 3).

» Les sels de potasse, qui représentent les acides organiques et l'acide azotique et, par conséquent, les phénomènes d'oxydation, s'accroissent continuellement en poids absolu. Leur proportion relative est maximum, en même temps que celle des principes solubles et des albuminoïdes, aux débuts de la floraison; cela dans l'*Am. caudatus* comme dans la Bourrache : les variations étant moins étendues pour cette dernière plante. Ce triple maximum traduit d'une façon frappante l'accroissement dans l'intensité de vie que la plante présente à ce moment.

» Enfin les matières fixes insolubles croissent, mais plus lentement. Leur proportion relative est maximum dans la plantule, et finalement elle surpasse celle du carbonate de potasse, dans l'*Am. caudatus* aussi bien que dans la Bourrache, circonstance qui atteste les emprunts continuels faits au sol par la plante.

» Donnons à l'appui de ces résultats les Tableaux suivants :

III. — Amarantus nanus.

Poids relatifs des diverses parties.

	29 mai.	22 juin.	30 juin.	7 septembre.
Feuilles	52,0	37,5	47,1	11,4
Tige	34,1	28,3	36,3	13,4
Racines	9,6	15,5	10,4	3,1
Inflorescences	4,3	18,7	6,3	72,1
	100,0	100,0	100,0	100,0
Plante totale	0gr,518	4gr,75	15gr,34	123gr,1

» La prépondérance des inflorescences devient énorme à la fin.

Composition générale de la plante. Poids absolus.

	Graine.	29 mai.	22 juin.	30 juin.	7 septembre.
	gr	gr	gr	gr	gr
Ligneux, etc.	0,00065	0,225	2,22	7,17	85,8
Principes albuminoïdes	0,0001	0,085	0,86	1,99	11,5
Extrait, etc.	0,0001	0,110	0,86	3,14	12,7
Carbonate de potasse	0,00001	0,038	0,34	2,03	5,3
Matières fixes insolubles	0,00002	0,060	0,47	1,01	7,8
Plante totale	0,00079	0,518	4,75	15,34	123,1

Poids relatifs.

	Graine.	29 mai.	22 juin.	30 juin.	7 septembre.
Ligneux, etc.	81,85	42,9	46,7	46,7	69,7
Principes albuminoïdes	13,2	16,7	18,1	13,0	9,4
Extrait	1,0	21,5	18,1	20,45	10,3
Carbonate de potasse	1,75	7,4	7,3	13,25	4,35
Matières fixes insolubles	2,2	11,5	9,8	6,6	6,25
Plante totale	100,00	100,0	100,0	100,00	100,00

» Les poids absolus sont très différents de ceux de l'*A. nanus;* mais la composition chimique relative est la même à la fin.

IV. — Amarantus giganteus.

» L'accroissement de la plante, stationnaire pendant deux mois, s'est fait tout d'un coup.

Poids relatifs des diverses parties de la plante.

	29 mai.	22 juin.	17 septembre.	19 octobre.
Feuilles	42,6	24,7	12,5	13,6
Tige	32,4	34,6	36,3	34,9
Racines	8,9	11,4	3,5 radic. 3,4	10,3
Inflorescences, panicules	16,1	29,3	44,4	41,2
	100,0	100,0	100,0	100,0
Plante totale	0gr,092	3gr,104	415gr,2	318gr,3

Composition générale de la plante. Poids absolus.

	Graine.	26 avril.	29 mai.	22 juin.	17 sept.	19 octobre.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Ligneux, amidon, etc.	0,00063	0,00055	0,036	1,942	271,5	219,6
Principes albuminoïdes	0,00009	0,0004	0,0135	0,195	35,3	23,9
Extrait, etc.	0,000002	0,00055	0,0215	0,526	56,9	35,0
Carbonate de potasse	0,00002	0,0002	0,010	0,195	26,6	15,9
Matières fixes insolubles	0,00002	0,0005	0,011	0,239	24,9	23,9
Plante totale	0,00076	0,0022	0,092	3,104	415,2	318,3

Poids relatifs.

	Graine.	26 avril.	29 mai.	22 juin.	17 sept.	19 octobre.
Ligneux, etc.	82,5	23,5	38,9	62,6	65,4	69,0
Principes albuminoïdes	12,4	21,6	14,7	6,4	8,5	7,5
Extrait, etc.	0,2	23,0	23,5	17,0	13,7	11,0
Carbonate de potasse	2,2	8,1	11,0	6,2	6,4	5,0
Matières fixes insolubles	2,7	23,8	11,9	7,8	6,0	7,5
Plante totale	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

V. — AMARANTUS MELANCOLICUS RUBER.

» Végétation lente, floraison tardive, fructification imparfaite, si ce n'est dans quelques pieds chétifs.

Poids relatifs des diverses parties de la plante.

	Végétation commençante.	Avant la floraison		Floraison tardive.	
	27 mai.	16 juillet.	7 septembre.	3 octobre.	19 octobre.
Feuilles	65,8	64,2	39,8	46,8	25,5
Tige	23,9	24,9	50,9	33,9	34,3
Racines	10,3	10,9	9,3	8,7	6,2
Inflorescence	0,0	0,0	0,0	10,6	34,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Plante totale.	0gr,286	8gr,51	134gr,16	56gr,915	13gr,438

Composition générale de la plante : Poids absolus.

	26 avril.	27 mai.	16 juill.	7 sept.	3 oct.	16 oct.
	gr		gr	gr	gr	gr
Ligneux et analogues	0,00055	»	2,89	62,2	25,4	7,20
Principes albuminoïdes	0,00031	0,050	1,46	18,3	7,4	1,45
Extrait, etc.	0,00050	0,072	2,21	28,7	12,5	1,89
Carbonate de potasse	0,00017	»	1,06	14,3	4,2	0,85
Matières fixes insolubles	0,00024	»	0,89	10,7	7,4	1,98
Plante totale	0,00177	0,286	8,52	134,2	56,9	13,37

Poids relatifs.

	26 avril.	27 mai.	16 juill.	7 sept.	3 oct.	16 oct.
Ligneux et analogues	32,9	»	34,0	46,4	45,4	54,0
Principes albuminoïdes	17,2	17,8	17,1	13,6	11,3	10,9
Extrait, etc.	27,5	38,0	25,9	21,4	22,9	14,1
Carbonate de potasse	9,4	»	12,5	10,6	7,4	6,3
Matières fixes insolubles	13,0	»	19,5	8,9	13,0	14,7
Plante totale	100,0	»	100,0	100,0	19,0	100,0

» L'accroissement moindre du ligneux, la permanence des albuminoïdes et des principes solubles, dont l'action n'était pas accomplie, traduisent la végétation imparfaite et comme épuisée de cette plante; l'accumulation des matières fixes insolubles est aussi caractéristique.

VI ET VII. — A. PYRAMIDALIS ET A. BICOLOR.

» Nous supprimons, pour abréger, les résultats fournis par ces deux espèces, qui se rapprochent l'une de l'*A. giganteus*, l'autre de l'*A. melancolicus*. L'*A. bicolor* a fourni simultanément des pieds des variétés *sanguineus*, *paniculatus* et *speciosus*, qui ont été aussi analysés.

VIII. — CÉLOSIE PANACHÉE.

» S'est dédoublée en rouge et jaune. Les deux variétés ont été analysées séparément.

Poids relatifs des diverses parties.

		30 juin.		3 octobre.		19 octobre.	
	29 mai.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.
Feuilles.....	45,2	35,6	37,0	10,2	6,7	9,9	18,1
Tiges.......	37,0	37,8	36,5	34,4	27,1	42,0	50,2
Racines.....	17,8	14,8	16,1	7,3	4,7	7,7	5,7
Inflorescence.	»	11,8	10,4	48,2	61,5	40,4	26,0
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Plante totale.	$0^{gr},085$	$2^{gr},05$	$2^{gr},29$	$14^{gr},24$	$14^{gr},34$	$11^{gr},33$	$32^{gr},77$

Composition générale de la plante. Poids absolus.

	26 avril.	29 mai.	30 juin.		3 octobre.		19 octobre.	
			Jaune	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Ligneux et analogues.	0,0017	0,034	1,18	1,30	»	»	»	19,9
Principes albumin...	0,0004	0,012	0,17	0,16	1,40	1,26	0,90	3,3
Extrait, etc........	0,0011	0,020	0,38	0,50	3,10	3,02	1,79	5,2
Carbonate de potasse.	0,0002	0,007	0,19	0,18	»	»	»	1,6
Mat. fixes insol....	0,0005	0,012	0,13	0,15	»	»	»	2,8
Plante totale......	0,0039	0,085	2,05	2,29	»	»	»	32,8

Poids relatifs.

	26 avril.	29 mai.	30 juin. Jaune.	30 juin. Rouge.	3 octobre. Jaune.	3 octobre. Rouge.	19 octobre. Jaune.	19 octobre. Rouge.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Ligneux.......	43,3	41,3	57,7	57,0	»	»	»	60,1
Albuminoïdes ..	10,2	14,6	8,0	7,0	9,9	8,7	7,9	10,3
Extrait, etc....	27,7	21,9	18,6	21,3	21,6	21,0	15,8	16,2
Carb. de pot....	4,4	8,2	9,4	8,0	»	»	»	4,9
Mat. fixes insol.	14,4	14,0	6,3	6,7	»	»	»	8,5
	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

» Les tiges et les inflorescences prédominent à la fin, ainsi que le ligneux. En somme, la Célosie se rapproche beaucoup des Amarantes.

IX. — Luzerne.

» La marche de la végétation est, comme on pouvait le prévoir, sensiblement différente dans une plante herbacée, que l'on fauche et qui repousse du pied, en fournissant un regain, telle que la luzerne : la racine prend alors, à la fin, une importance spéciale. En même temps, nous avons trouvé que les principes solubles s'étaient extrêmement accru dans la seconde phase :

Luzerne.	25 juin.	3 octobre.
	gr	gr
Feuilles..................	37,0	22,5
Tiges....................	47,3	30,3
Racines..................	15,7	47,2
	100,0	100,0
Ligneux et analogues.......	77,5	61,8
Principes albuminoïdes......	10,7	11,0
Extraits, etc...............	1,9	17,8
Carbonate de potasse........	5,4	3,1
Matières fixes insolubles.....	5,4	6,3

ASTRONOMIE. — *Sur le mouvement d'Hypérion;* par M. S. Newcomb.

« Les résultats obtenus par M. Hall de ses observations du mouvement du périsaturne d'Hypérion m'ont conduit à la découverte, dans le système solaire, d'un troisième cas pour lequel il existe une relation linéaire exacte entre chaque mouvement moyen. M. Hall montre que le périsa-

turne du satellite en question fait une révolution dans le sens rétrograde en dix-huit ans environ. Un court examen montre que, d'après la théorie, le sens de la variation séculaire est direct et ne constitue, en réalité, qu'une très petite fraction du mouvement observé. La présente Note a pour objet d'expliquer la discordance apparente qui existe entre la théorie et l'observation.

» Je ferai d'abord remarquer que la théorie actuelle de la variation séculaire présuppose que, dans une certaine période, les conjonctions du corps perturbateur et du corps troublé ont lieu également en tout point des deux orbites; or, s'il existe des relations entre les moyens mouvements, les points de conjonction ne seront plus distribués ainsi, mais se trouveront en divers lieux de l'une ou de l'autre orbite. Pour Titan et Hypérion, nous avons entre les moyens mouvements la relation suivante :

$$4i - 3l - \pi' = 180^\circ + \mathrm{H},$$

où i est la longitude moyenne d'Hypérion, π' la longitude de son périsaturne, l la longitude moyenne de Titan, H une libration périodique dépendant de l'angle $\pi - \pi'$, dont le coefficient est environ 18°.

» On obtient ce résultat par le procédé suivant :

» M. Hall établit, dans les *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (mai 1884), que la période sidérale d'Hypérion est de 21,276742 jours, d'où l'on conclut que le rapport du moyen mouvement d'Hypérion est environ à celui de Titan comme 4 est à 3. Voici les nombres exacts :

$$\begin{aligned} 4n' &= 67^\circ{,}67952 \\ 3n &= 67{,}73100 \\ \hline 4n' - 3n &= -\ 0{,}05148 \quad \text{(en un jour)} \\ &= -\ 18{,}8 \qquad\ \ \text{(en un an)} \end{aligned}$$

qui diffèrent de $1^\circ{,}5$ du mouvement du périsaturne d'Hypérion fourni par l'observation. Il en résulte que le mouvement de l'argument donné ci-dessus ne peut excéder en un an 2° ou 3°. La question est de savoir si cette relation est exacte ou s'il peut exister une faible différence progressive. Je me suis facilement convaincu que la première supposition était véritable, en établissant l'équation différentielle du second ordre dont dépend l'argument.

» Soient

m la masse de Titan : la masse de Saturne ;
n' le moyen mouvement d'Hypérion ;
$V' = 4i - 3l - \pi'$;
$V = 4i - 3l - \pi$.

» L'équation différentielle est

$$\frac{d^2V}{dt^2} = 13,6 mn'^2 \sin V' - 3,9 mn'^2 \sin V.$$

» Cette équation montre que l'angle V' doit toujours tendre vers 180°. Or, en adoptant cette valeur, on trouve, pour le mouvement du périsaturne,

$$\frac{d\pi'}{dt} = -33 mn',$$

d'où

$$\text{Masse de Titan} = \frac{1}{9000}.$$

» Les résultats ci-dessus dépendent complètement de la considération des termes principaux, en négligeant ceux qui dépendent des multiples de V'. Un examen ultérieur montre que ces termes ont une importance suffisante pour influer notablement sur le résultat.

» J'ai ensuite employé une méthode différente pour obtenir la valeur numérique du coefficient, et j'ai trouvé

$$\text{Masse de Titan} = \frac{1}{12500}.$$

» De cette nouvelle masse de Titan on conclut que, en négligeant le terme en V, si V' diffère de 180°, il oscillera autour de cette valeur une fois en deux ans environ ; mais les observations prouvent qu'il s'est maintenu à très peu près constant, bien que depuis 1858 la valeur en soit inconnue. Il est à remarquer qu'elle est très voisine de celle qui a été donnée ci-dessus.

» Ici, cependant, le terme en V de l'équation différentielle ci-dessus devient un jeu. L'effet de ce terme est que le point d'équilibre autour duquel tend à osciller V' est soumis à la libration de chaque côté de la valeur moyenne 180° dans la période de l'argument V, qui est encore identique avec la période $\pi - \pi'$.

» Pour savoir si l'oscillation assez marquée qui se produit autour du

point d'équilibre renferme des constantes arbitraires, on doit avoir recours à l'observation. N'ayant jusqu'à présent fait aucune comparaison avec les observations, je ne puis rien conclure à ce sujet. Les recherches de M. Hall ne conduisent pas à inférer que la valeur donnée ci-dessus est constante, et le résultat que j'ai obtenu ne m'a été fourni que par la théorie. Si cependant il existait une libration considérable, les longitudes moyennes d'Hypérion, trouvées à diverses époques, ne s'accorderaient pas les unes avec les autres, et un tel désaccord a été annoncé par M. Hall.

» De ce qui précède on déduit la conclusion suivante :

» *Toutes les conjonctions d'Hypérion avec Titan ont lieu près de l'aposaturne du dernier satellite. Le point de conjonction oscille vers* 180° *de chaque côté de l'aposaturne, durant la période de révolution du périsaturne d'Hypérion, par rapport à celui de Titan.*

» Lorsque la théorie de l'action de Titan sur Hypérion sera complètement développée, on verra que les termes sensibles seuls sont périodiques et dépendent de la position des deux périsaturnes. La période générale est ainsi d'environ dix-huit ans. »

ALGÈBRE. — *Sur l'achèvement de la nouvelle méthode pour résoudre l'équation linéaire la plus générale en quaternions.* Note de M. **Sylvester.**

« Dans une Note précédente, on a vu que dans la nouvelle et seule *bonne* méthode pour résoudre, par rapport à x, l'équation en quaternions

$$pxp' + qxq' + rxr' + sxs' + \ldots = \Gamma,$$

on fait trois opérations. La première, à laquelle on peut donner le nom de *nivellation,* consiste à trouver le nivellant, c'est-à-dire le déterminant de la matrice du quatrième ordre appartenant à un nivellateur donné du second ordre. La seconde, qu'on peut appeler *déduction,* consiste à obtenir l'équation identique, à laquelle un nivellateur correspond au moyen d'un autre nivellateur qu'on obtient du nivellateur donné en y adjoignant un couple de plus de la forme $-\mathrm{N}(\ )\delta s$, ou, ce qui revient au même, le couple $\sqrt{-\mathrm{N}}(\ )\sqrt{-\mathrm{N}}$, où N est considéré comme un *scalar.* Finalement, on arrive à la dernière opération, que je nommerai *substitution et réduction,* et qui consiste à substituer à l'inverse du nivellateur sa valeur en fonction rationnelle du troisième ordre de lui-même, puis à faire des réductions dont je parlerai tout à l'heure.

» Au moyen de ces opérations, on arrive à la valeur de l'inconnue de l'équation sous sa forme réduite la plus simple qu'elle puisse prendre.

» Pour obtenir la forme de l'équation identique, voici ce que j'ai trouvé en appliquant la méthode indiquée dans la Note précédente.

» Pour plus de simplicité, je me sers de la notation suivante, qui s'applique à des lettres quelconques, accentuées ou non, représentant des quaternions.

» Je pose

$$\mathrm{S}p = (p),\quad \mathrm{T}p^2 = p_2,\quad \mathrm{S}(\mathrm{V}p\mathrm{V}q) = (pq),\quad \mathrm{S}(\mathrm{V}p\mathrm{V}q\mathrm{V}r) = (pqr).$$

Alors, en écrivant

$$p(\ )p' + q(\ )q' + r(\ )r' + s(\ )s' + \ldots = \mathrm{N},$$

on aura

$$\begin{aligned}
&\mathrm{N}^4 - 4\Sigma(p)(p')\,\mathrm{N}^3 + \Sigma\,[4(p)^2p'_2 + 4(p')^2p_2 - 2p_2p'_2]\,\mathrm{N}^2\\
&\quad - \Sigma\,\{\,4(p)(p')p_2p'_2\\
&\qquad + 8\,[(p)(q')(pq)\cdot p'_2 + (p')(q)p'q'\cdot p_2] - 4(p)(p')q_2q'_2\\
&\qquad + 4\,[(p)(p')p_2q'_2 + (p)(q')p'_2q_2] - 8pp'(qr)(q'r')\\
&\qquad + 8\,[(p)(q')(qr)p'r' + (p')(q)(q'r')(pr)] + 8\Sigma(pqr)(p'q'r')\,\}\,\mathrm{N}\\
&\quad + \Sigma\,\{\,p_2^2p_2'^2 - 2p_2p'_2\cdot q_2q'_2\\
&\qquad + 4\,[p_2q_2(p'q')^2 + p'_2q'_2(pq)^2] - 4p_2p'_2pq\cdot p'q'\\
&\qquad + 4p_2p'_2qr\cdot q'r' + 8\,[p_2(qr)(p'q')(p'r') + p'_2(q'r')(pq)(pr')]\\
&\qquad + 8\,[pq\cdot rs\cdot p'r'\cdot q's' + p'q'\cdot r's'\cdot pr\cdot qs] - 8(p)(p')(qrs)(q'r's')\,\} = 0,
\end{aligned}$$

où le dernier terme de la partie fonctionnelle de l'équation est le nivellant de N.

» Quant à la substitution, si, dans l'équation précédente

$$\mathrm{N}^4 - \mathrm{A}\mathrm{N}^3 + \mathrm{B}\mathrm{N}^2 + \mathrm{C}\mathrm{N} - \mathrm{D} = 0\ (^1),$$

on remplace $\mathrm{N}^{-1}\Gamma$ par la fraction

$$\frac{\mathrm{N}^3\Gamma - \mathrm{A}\mathrm{N}^2\Gamma + \mathrm{B}\mathrm{N}\Gamma - \mathrm{C}\Gamma}{\mathrm{D}},$$

tous les termes du numérateur de cette fraction seront des multiples connus de la forme $\mathrm{P}\Gamma\mathrm{P}'$, où P est de l'une des formes suivantes : p^3; p^2q,

---

(1) D est le déterminant de la matrice qui appartient au nivellement N. Quand $\mathrm{D} = 0$, la solution de l'équation $\mathrm{N}x = \Gamma$ devient ou *idéale* (ce qui a lieu en général), ou (ce qui a lieu pour des cas particuliers) *actuelle*, mais indéterminée.

pqp, qp^2; p^2, pq; p; ..., et où de même P′ a des types semblables avec des lettres accentuées. Il ne reste plus qu'à réduire chaque P à sa forme la plus simple, c'est-à-dire à l'exprimer comme fonction linéaire de 1, p, q, $pq - qp$, et de même pour P′. Alors le numérateur de x ne contiendra plus que des termes dont les arguments seront tous d'un des types suivants (je remplace la moitié de $pq - qp$ par $[pq]$) :

$$\Gamma,\ p\Gamma,\ \Gamma p',\ p\Gamma p',\ p\Gamma q',$$
$$[pq]\Gamma,\ \Gamma[p'q'],\ p\Gamma[p'q'],\ [pq]\Gamma p',\ [pq]\Gamma[p'q'];$$

il faut y ajouter le type $pqr\Gamma r'q'p'$, qui est déjà sous sa forme la plus simple et n'exige aucune formule de réduction.

» Je n'entreprendrai pas pour le moment de calculer les coefficients de ces arguments, mais j'indiquerai du moins les formules de réduction qui seules sont nécessaires pour effectuer ce calcul. Ce travail, bien digne d'attirer l'attention de quelque jeune géomètre, peut très probablement amener à des résultats qui, à l'aide d'une notation symbolique, pourront être présentés sous une forme d'une simplicité tout à fait inattendue et pour ainsi dire providentielle. J'en ai eu l'expérience pareille dans d'autres recherches du même genre, dans la solution de certains cas d'équations quaternionistiques du second degré.

» Voici toutes les formules de réduction dont on aura besoin :

$$p^2 = 2(p)p - p_2, \quad p^3 = [4(p)^2 - p_2]p - 2(p)p_2,$$
$$pq = [pq] + (p)q + (q)p - (pq),$$
$$qp = -[pq] + (p)q + (q)p - (pq),$$
$$p^2q = 2(p)[pq] + 2(p)(q)p + (2p^2 - p_2)q - 2(p)(pq),$$
$$pqp = 4(p)[pq] + [8(p)(q) - 2(pq)]p - [4(p)^2 + p_2]q - [2(q)p_2 + 4(p)(pq)];$$

dans les formules on peut, au lieu de $[pq]$, écrire $V(V_pV_q)$.

» *Remarque.* — Quand un nivellateur devient *symétrique*, c'est-à-dire quand $p = p'$, $q = q'$, ..., alors les *deux formes associées* coïncident en une seule dont le nivellant devient un *invariant orthogonal*.

» Qu'il me soit permis, avant de conclure, d'ajouter encore une petite réflexion sur l'importance de la question traitée ici. Elle constitue, pour ainsi dire, un canal qui, comme celui de Panama, sert à unir deux grands océans, celui de la théorie des invariants et celui des quantités complexes

ou multiples : dans l'une de ces théories, en effet, on considère l'action des substitutions sur elles-mêmes, et dans l'autre, leur action sur les formes; de plus, on voit que la théorie *analytique* des quaternions, étant un cas particulier de celle des matrices, cesse d'exister comme une science indépendante; ainsi, de trois branches d'analyse autrefois regardées comme étant indépendantes, en voilà une abolie ou absorbée, et les deux autres réunies en une seule de substitution algébrique. »

M. le Colonel **Perrier** offre à l'Académie, au nom de M. le Ministre de la Guerre, la troisième livraison de la « Nouvelle Carte topographique de l'Algérie », et s'exprime en ces termes :

« Cette Livraison comprend six feuilles, dénommées :

» Miliana (province d'Alger);

» Saint-Denis-du-Sig (province d'Oran);

» Herbillon, Cap-de-Fer, Cap-de-Garde, Bugeaud (province de Constantine).

» La quatrième livraison ne tardera pas à paraître.

» J'ai exposé devant l'Académie, dans la séance du 28 janvier 1884, les méthodes de levé sur le terrain, les procédés de dessin et de gravure adoptés au Dépôt de la Guerre.

» Je rappellerai seulement que les levés sont exécutés à l'échelle du $\frac{1}{40000}$ et que la Carte, gravée sur zinc, est publiée à l'échelle du $\frac{1}{50000}$. Chaque feuille comprend sept Planches ou sept couleurs, le relief étant figuré géométriquement par des courbes équidistantes de 10^m en 10^m, et l'expression plastique du sol étant obtenue au moyen d'un estompage au crayon lithographique, basé sur la lumière zénithale et rehaussé par un léger sentiment de lumière oblique.

» L'Académie pourra se convaincre, en examinant les feuilles placées sous ses yeux, que la Carte de l'Algérie réalise, dans l'exécution, un grand progrès cartographique et qu'elle témoigne hautement de l'habileté traditionnelle des artistes du Dépôt de la Guerre. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. **Luvini** adresse, de Turin, un Mémoire portant pour titre : « Origine de l'électricité de l'air, des nuages orageux et des éruptions volcaniques ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Faye, Becquerel.)

M. E. Guillemin adresse une Note sur la nature de l'inversion totale des viscères.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. Perrissoud, M. Beaufils, M. Abbaye, M. Chénier adressent diverses Communications relatives à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission.)

M. Aguilar adresse, de Séville, une Note relative au choléra.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le Comité international des Poids et Mesures, représentant les Hautes Parties contractantes de la Convention du Mètre, signée à Paris le 20 mai 1875, a reçu l'adhésion du Royaume Uni de la Grande-Bretagne, qui, jusqu'ici, s'était tenu en dehors de la Convention. La Roumanie et la Serbie déjà se sont jointes aux puissances signataires de la Convention, et la Commission, à la suite de ces adjonctions, représente actuellement une population totale de 421 440 396 d'habitants, répartis entre l'Allemagne, l'Angleterre, l'Autriche, la Hongrie, la Belgique, la Confédération Argentine, le Danemark, l'Espagne, les États-Unis d'Amérique, la France, l'Italie, le Pérou, le Portugal, la Roumanie, la Russie, la Serbie, la Suède, la Norwège, la Suisse, la Turquie et le Vénézuéla.

Le système métrique, dans quinze de ces États, est aujourd'hui légal et obligatoire; ce sont : l'Allemagne, l'Autriche, la Hongrie, la Belgique, la Confédération Argentine, l'Espagne, la France, l'Italie, le Pérou, le Portugal, la Roumanie, la Serbie, la Norwège, la Suisse et le Vénézuéla.

Il est facultatif seulement dans les États-Unis d'Amérique, la Suède et la Turquie. Le Comité international est composé de quatorze membres appartenant tous à des États différents, qui remplissent par voie de scrutin les vacances produites dans son sein. Une occasion prochaine se présentera sans doute d'y appeler un représentant de l'Angleterre.

M. le Prince **Boncompagni** fait hommage à l'Académie du fac-similé photolithographique d'une lettre de Gauss à Olbers, du 3 septembre 1805, dont l'original appartient à la Société royale des Sciences de Gœttingue.

Cette Lettre, que le Prince a fait imprimer à part, avec une traduction en langue italienne, n'avait jamais été publiée en entier; M. le professeur Ernest Schering en avait fait paraître seulement quelques passages en 1877. Nous en reproduisons l'analyse, très exactement faite par M. Govi.

« M. le Prince Boncompagni a tenu à publier ce document dans son intégrité, parce qu'il y est question de M. *Leblanc*, c'est-à-dire de Mlle Sophie Germain, qui avait commencé sous ce pseudonyme sa correspondance avec Gauss. Au moment où ce dernier écrivait sa lettre à Olbers, le véritable nom de son correspondant parisien ne lui était pas encore connu. Il en fait, cependant, les plus grands éloges : il dit que ce « M. Leblanc a » étudié avec une véritable passion ses *Disquisitiones arithmeticæ*, se les est » rendues tout à fait familières, et lui a fait là-dessus de fort belles communications. » M. le Prince Boncompagni rapporte, dans un Commentaire à la Lettre de Gauss, ces communications de Mlle Germain.

» Gauss raconte ensuite à son ami Olbers comment il est parvenu à démontrer un théorème qu'il avait énoncé dans ses *Disquisitiones* (p. 636-637) et dont, depuis quatre ans, il avait inutilement cherché la démonstration.

« ..... Enfin, dit-il, depuis deux jours j'ai réussi, non pas à la suite de » recherches laborieuses, mais seulement, comme je devrais le dire, par » la grâce de Dieu. Comme la foudre éclate, ainsi l'énigme a été résolue; » je ne serais pas en état moi-même d'indiquer le fil qui rattache ce que je » savais, et qui m'a guidé dans mes dernières tentatives, avec ce qui m'a » fait réussir. Il est même assez singulier que la solution de l'énigme paraît maintenant plus facile que beaucoup d'autres choses qui ne m'ont » pas coûté autant de jours que celle-ci m'a coûté d'années, et certainement personne ne pourra s'imaginer, quand j'exposerai cette matière, » dans quel long état d'anxiété elle a pu me retenir. »

» M. le Prince Boncompagni fait voir quel était ce théorème si inopinément résolu et dont Gauss a publié plus tard la solution dans un Opuscule intitulé : *Summatio quarumdam serierum singularium* (1808).

» Il insiste ensuite sur un autre passage de la lettre à Olbers, où Gauss expose une formule relative à la théorie générale des perturbations planétaires, pour le calcul numérique de laquelle il venait de demander le secours de son ami Bessel. M. le Prince Boncompagni montre que cette même

formule avait été donnée par Laplace, dans un travail publié en 1785.

» Le reste de la lettre de Gauss se rapporte aux deux nouvelles planètes Cérès et Pallas, découvertes par Piazzi et par Olbers, et qu'il n'avait pas pu observer à cause du mauvais temps, et à un article inséré par Lalande dans son *Histoire de l'Astronomie pour l'an X* (1802), où cet astronome n'avait pas été tout à fait juste à l'égard de Gauss, et qu'Olbers venait de critiquer dans une Revue de Iéna. M. le Prince Boncompagni expose avec de grands détails tout ce qui se rapporte à cette affaire, et termine son travail par des indications très intéressantes sur les deux femmes de Gauss et sur le reste de sa famille. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un développement en fraction continue.* Note de M. STIELTJES, présentée par M. Tisserand.

« Supposons que $A_1 F(x_1) + A_2 F(x_2) + \ldots + A_n F(x_n)$ soit l'expression approchée de l'intégrale $\int_{-1}^{+1} F(x)\,dx$ donnée par la quadrature de Gauss.

» Dans un Mémoire inséré dans les *Annales de l'École Normale*, j'ai démontré les inégalités suivantes :

$$(1)\quad \begin{cases} -1 < x_1 < -1 + A_1 < x_2 < -1 + A_1 + A_2 < x_3 < \ldots \\ \quad < -1 + A_1 + \ldots + A_{n-1} < x_n < +1. \end{cases}$$

» Considérons maintenant la fraction continue

$$\Omega = \cfrac{2}{z - \cfrac{\frac{1.1}{1.3}}{z - \cfrac{\frac{3.3}{5.7}}{z - \cfrac{\frac{4.4}{7.9}}{z - \ldots}}}},$$

et soit $\frac{P_n}{Q_n}$ la réduite d'ordre n. On sait que $x_1, x_2, \ldots, x_n$ sont les racines de l'équation $Q_n = 0$, et la décomposition en fractions simples donne

$$(2)\qquad \frac{P_n}{Q_n} = \frac{A_1}{z - x_1} + \frac{A_2}{z - x_2} + \cdots + \frac{A_n}{z - x_n}.$$

» Supposons que z ait une valeur quelconque réelle ou imaginaire, mais non comprise dans l'intervalle réel $(-1, +1)$. Alors, en vertu des inéga-

lités (1) et de la définition même d'une intégrale définie, le second membre de (2) converge, lorsque n augmente indéfiniment vers une limite déterminée qui n'est autre chose que l'intégrale (rectiligne) $\int_{-1}^{+1} \frac{dx}{z-x}$: donc

$$\lim \frac{P_n}{Q_n} = \int_{-1}^{+1} \frac{dx}{z-x}.$$

» Par conséquent, la fraction continue Ω converge dans tout le plan, en exceptant la coupure rectiligne de -1 à $+1$.

» On voit encore facilement que la fraction continue converge uniformément dans le voisinage de toute valeur particulière appartenant à la région de convergence.

» Ce résultat est connu, mais la démonstration précédente semble très simple; de plus, elle est applicable encore à la fraction continue que l'on obtient pour l'intégrale $\int_a^b \frac{f(x)}{z-x} dx$, $f(x)$ étant une fonction qui ne devient pas négative dans l'intervalle (a, b). »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les propriétés antiseptiques du sulfure de carbone.* Note de M. **Ckiandi-Bey**, présentée par M. Peligot.

« M'occupant depuis vingt ans de l'emploi du sulfure de carbone pour l'extraction des corps gras et le traitement d'autres produits, j'ai été amené à faire diverses observations qui, dans les circonstances actuelles, peuvent offrir une grande importance comme moyen de combattre l'épidémie cholérique. Ces observations, que j'ai développées dans un Mémoire adressé au mois de juillet à M. le maire de Marseille, sont les suivantes :

» 1° Le sulfure de carbone *est soluble dans l'eau*, contrairement à ce qui est indiqué dans la plupart des ouvrages de Chimie.

» Son degré de solubilité, que j'ai été appelé à déterminer sur des volumes d'eau considérables, a varié de $0^{gr},002$ et $0^{gr},003$ de sulfure de carbone *par* 1000^{gr} *d'eau*, à la température de 18° à 20°. En battant du sulfure de carbone pur dans un flacon complètement plein d'eau, j'ai obtenu une solution contenant environ $0^{gr},50$ de sulfure de carbone par litre; mais je ne puis garantir l'exactitude de ce chiffre, n'ayant aucun moyen pratique pour doser d'aussi petites quantités de sulfure de carbone.

» 2° Le sulfure de carbone à l'état de dissolution dans l'eau et, à plus

forte raison, à l'état pur, *arrête toutes les fermentations : il tue les microbes,* il est *un antiseptique des plus énergiques,* il est en outre doué *d'une puissance de pénétration très considérable.*

» 3° Le sulfure de carbone pur, en dissolution dans de l'alcool pur et neutre à 96°, *se décompose* lentement et donne naissance à divers produits, notamment à de *l'hydrogène sulfuré* (on sait que les dissolutions de caoutchouc sont préparées avec du sulfure de carbone et de l'alcool).

» 4° Contrairement à l'opinion émise par divers auteurs, je n'ai jamais eu à constater, depuis vingt ans (sur un personnel d'environ deux mille ouvriers), *aucun cas de paralysie* des membres inférieurs ou supérieurs, sur des ouvriers constamment placés au milieu d'émanations de sulfure de carbone; je n'ai pas non plus constaté de destruction de leurs facultés viriles: les contremaîtres et ouvriers attachés à poste fixe dans les usines ont presque tous une nombreuse famille.

» 5° Les vapeurs de sulfure de carbone, respirées dans une certaine proportion, déterminent des phénomènes analogues à ceux de l'éthérisation, sans d'autres malaises qu'une lourdeur de tête de peu de durée.

» 6° Le sulfure de carbone, ingurgité à l'état de dissolution dans l'eau, présente une saveur sucrée et chaude, puis de la chaleur dans l'estomac, et, au bout de trois quarts d'heure environ (expérience faite sur moi-même en vue du choléra), des picotements dans les muqueuses du nez, analogues à ceux produits par de l'acide sulfureux; le tout suivi de légères lourdeurs de tête, mais sans durée.

» 7° Le sulfure de carbone pur, *appliqué sur la peau* (en imbibant de la ouate de coton avec du sulfure de carbone), *est un des révulsifs les plus énergiques;* son action est presque instantanée, et *la douleur* produite est analogue à celle qui est déterminée par de l'eau bouillante; mais elle *cesse immédiatement* par une simple insufflation d'air, qui vaporise le sulfure restant.

» C'est en raison de ces constatations que je recommande le sulfure de carbone pour combattre le choléra et toutes les maladies microbiennes (typhus, diphtérie, phtisie, etc.). Son emploi peut rendre de grands services comme médication *à l'usage interne,* soit à l'état de dissolution dans de l'eau, soit sous forme de perles d'éther, comme *révulsif énergique, comme désinfectant* pour les déjections des cholériques, leurs vêtements, les objets de literie, etc.

» La solution aqueuse peut servir pour l'arrosage des rues et pour le lavage des maisons. Cette solution s'obtiendrait économiquement en pla-

çant, aux prises d'eau des villes, des tonneaux disposés en appareils de Woolf et contenant du sulfure de carbone au travers duquel passerait l'eau, avant de se rendre à la lance du jet.

» Le sulfure de carbone pour médication doit être purifié en le battant avec du mercure métallique, jusqu'à ce qu'il ne produise plus de précipité noir; pour préparer la dissolution de sulfure de carbone dans l'eau, il suffit de battre énergiquement une quantité quelconque de sulfure de carbone avec de l'eau potable.

» Le sulfure de carbone pur a une odeur qui rappelle celle du chloroforme. Les dissolutions aqueuses constituent un des médicaments le meilleur marché de tous ceux que l'on connaît; il revient en effet à *un centime* les 10^{lit}.

» Je terminerai cette Note en disant que dans les applications des solutions aqueuses du sulfure de carbone, administrées à l'intérieur, M. le Dr Dujardin-Baumetz a déjà reconnu que, pour les cas de typhus, les diarrhées étaient arrêtées, les déjections désinfectées, ainsi que l'haleine des malades. Le sulfure de carbone pur, appliqué comme révulsif, a donné des résultats inattendus par son instantanéité et par sa réaction énergique, sans produire d'ulcérations et sans laisser de douleur dès que l'insufflation d'air sec a été faite. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Contributions à la flore crétacée de l'ouest de la France.* Note de M. L. Crié, présentée par M. Chatin.

« Les empreintes végétales qui ont servi de base à mes études proviennent, pour la plupart, du terrain crétacé des environs du Mans et particulièrement des carrières de la Butte, où elles ont été recueillies dans des amandes d'argile à *Pentacrinus Cenomanensis*. Ces argiles et ces grès, qui occupent le fond des carrières, sont surmontés par des sables et des grès à *Ammonites Rothomagensis* et à *Trigonia dædalea*, *crenulata* et *sinuata*.

» L'existence des Fougères osmondées dans les couches crétacées du Mans est attestée par une empreinte de foliole que nous avons rapportée à une espèce du bassin crétacé des lignites de Fuveau, le *Filicites vedensis* Sap., qui se rapproche de l'*Osmunda Hugeliana* Presl.

» Les Gymnospermes (Cycadées et Conifères) y sont représentés par les genres *Cycadites*, *Androstrobus*, *Clathropodium*, *Cycadeoidea*, *Araucaria*, *Pinus*, *Widdringtonia* et *Glyptostrobus*.

» Le *Cycadites Sarthacensis* Crié, espèce de la craie glauconieuse des environs du Mans, dont nous devons la découverte à M. Ed. Guéranger, se

rapproche, par la structure de ses frondes, de deux *Cycadites* de l'oolithe de Mamers (Sarthe), qui paraissent appartenir au type du *Cycus revoluta*, leur analogue parmi les Cycadées de la flore actuelle ([1]). Le *Cycadites Sarthacensis* a été recueilli dans les mêmes couches qui renfermaient l'*Androstrobus Guerangeri* (*Zamiostrobus*, Brongn.). Sous ce nom, M. de Saporta a désigné un appareil mâle de Cycadée, qui semble se rapprocher, par son organisation, des *Zamia* et des *Encephalartos* actuels. L'échantillon original que j'ai pu étudier, grâce à l'obligeance de M. Ed. Guéranger, présente, outre l'appareil mâle, une étamine isolée montrant la disposition et le mode de groupement des sacs polliniques.

» Le grès vert de la Sarthe a offert à M. Triger de très beaux fragments de Cycadées, pour lesquels M. de Saporta a établi le genre *Clathropodium*.

» Ces fossiles représentent des tiges subnidiformes, ovo-cylindriques, épaisses, à croissance lente, montrant des bases de pétioles nombreuses et serrées, et donnant lieu, sur le pourtour, à des écussons rhomboïdaux très rapprochés et comme soudés.

» Les *Clathropodium Trigeri* et *boratum* Sap., par le port et la forme surovoïde de leurs tiges, rappellent les troncs des *Encephalartos* africains. Ces deux espèces ont été fort bien décrites par M. de Saporta qui les avait rangées, en 1875, parmi les végétaux des terrains jurassiques.

» Je crois devoir rapporter aux *Cycadeoidea* de Bruckland un tronçon de tige de Cycadée d'une largeur de $0^{m},25$, y compris les bases des pétioles étalées. Ces appendices ont une longueur de $0^{m},10$ environ et forment un fourreau très épais sur la tige que j'appellerai *Cycadeoidea Guillieri*.

» Parmi les Conifères, nous comptons l'*Araucaria cretacea* Brongn., Schimp., espèce remarquable des environs du Mans et de Nogent-le-Rotrou (Eure-et-Loir) et le *Pinus Guilleri* Crié, dont les cônes sont comparables à ceux des *Pseudostrobus* actuels. Je mentionnerai encore le *Widdringtonia Sarthacensis* Crié, et un *Glyptostrobus* (*G. Cenomanensis* Crié), qui ressemble au *G. gracillimus* Lesquereux des couches crétacées de l'Amérique du Nord ([2]).

([1]) Voir L. Crié, *Filiation des Cycadites de la Sarthe dans les temps géologiques*; le Mans, 1880.

([2]) A l'époque de la craie inférieure, le nord-ouest de la France possédait d'autres pins (*Pinus mamillifer* Sap.) : de l'aptien de Cauville (Seine-Inférieure), *Pinus Parsyi*, Sap., du gault de Bléville (Seine-Inférieure) et des Cèdres (*Godrus Lennieri* Sap.), néocomien supérieur du cap La Hève (Seine-Inférieure), qui ont été décrits par M. de Saporta (Exposition géologique du Havre) : végétaux fossiles de la craie inférieure.

» La flore du grès vert de la Sarthe renferme une empreinte très instructive de monocotylédone que j'ai nommée *Palæospathe Sarthacensis*. L'organe fossile représente les parties de la fructification d'un palmier et ressemble aux jeunes spathes des *Sabals* et des *Phœnix* avant le développement du rachis.

» Je signalerai enfin, dans cette flore, l'existence d'une dicotylédone (*Magnolia Sarthacensis* Crié), qui provient, comme le fossile précédent, des terrains crétacés de la Butte, près du Mans.

» Le Tableau suivant indique le nombre des espèces qui constituent actuellement la flore crétacée de l'ouest de la France :

Cryptogames		Fougères	1
Gymnospermes		Cycadées	5
		Conifères	4
Phanérogames	*Monocotylédones*	Palmiers	1
	Dicotylédones	Magnoliacées	1

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 SEPTEMBRE 1884.

Le libre échange absolu à l'intérieur et à la frontière; par A. AMELIN. Paris, Guillaumin, 1884; in-8°. (Adressé au concours de Statistique, 1885.)

Théorie nouvelle sur le choléra; par E. DESSENDIER. Avignon, A. Gros, 1884; br. in-12.

Etude des effets dialytiques des eaux de Vichy; par le Dr CHARNAUX. Vichy, imp. Wallon, 1884; in-8°.

Comptes rendus de la Conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe, réunie à Berlin du 30 *septembre au* 7 *octobre* 1867 *et à Vienne du* 21 *au* 28 *septembre* 1871, rédigés par MM. C. BRUHNS et A. HIRSCH. Neuchâtel, imp. Guillaume fils, 1868-1871; 2 br. in-4°.

Procès-Verbal des Séances de la Commission permanente de l'Association géodésique internationale pour la mesure des degrés de méridiens et de parallèles

dans l'Europe centrale. Séances des 6, 7, 9, 10 *avril* 1866. Sans lieu ni date; Opuscule in-4° autogr.

Procès-Verbaux des séances de la Conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe et de sa Commission permanente, réunies à Berlin du 30 *septembre au* 7 *octobre* 1867 *et à Vienne en septembre* 1871, rédigés par MM. C. Bruhns et A. Hirsch. Neuchâtel, imp. Guillaume fils, 1867-1871; 2 br. in-4°.

Compte rendu de la Conférence géodésique internationale réunie à Berlin du 15-22 *octobre* 1864; *par son Secrétaire,* M. le Professeur Förster. Neuchâtel, imp. Montoudon, 1864; in-4° autogr.

Protokoll der am 24, 25 *und* 26 *April* 1862 *in Berlin abgehaltenen vorläufigen Berathungen über das Projekt einer mitteleuropäischen Gradmessung. — Protokoll der Sitzungen der permanenten Commission der mitteleuropäischen Gradmessung in Leipzig, vom* 3 *und* 4 *September* 1865. — *Protokoll der Sitzungen der permanenten Commission der mitteleuropäischen Gradmessung in Neuenburg vom* 6 *bis* 10 *April* 1866. — *Protokoll der Sitzungen der permanenten Commission der mitteleuropäischen Gradmessung in Wien vom* 25 *bis* 30 *April* 1867. — *Protokolle der Verhandlungen der permanenten Commission am* 27 *und* 28 *September und am* 6 *October* 1867 *in Berlin.* Berlin, 1882; 5 br. in-4°.

General-bericht über die mitteleuropäische Gradmessung für das Jahr 1865. Berlin, G. Reimer, 1866; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 SEPTEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Faye**, en présentant à l'Académie un Volume qu'il vient de publier, sous le titre *Sur l'origine du Monde*, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume orné d'assez nombreuses figures, que M. Gauthier-Villars a édité avec un soin particulier dont je le remercie. Il a pour titre *Sur l'origine du Monde* et traite des idées cosmogoniques qui ont régné à diverses époques, depuis les temps primitifs jusqu'à nos jours. Je me suis fait un devoir de reproduire textuellement les opinions des grands esprits qui ont successivement abordé ces questions. Le lecteur pourra donc juger par lui-même sur les pièces originales. Je me hâte d'ajouter que, malgré le but exclusivement scientifique de cet Ouvrage, j'ai tâché de le rendre clair dans toutes ses parties et pour tout le monde.

» Les pièces originales dont je viens de parler sont extraites, pour les temps primitifs, de *la Genèse;* pour les temps anciens, du *Timée* de Platon, du livre *du Ciel* d'Aristote, du *de Republica* de Cicéron, du *de Natura rerum* de Lucrèce, des poèmes d'Ovide et de Virgile; pour les temps modernes,

des écrits de Descartes, de Newton, de Kant et de Laplace. Il ne s'agit pourtant pas d'une simple compilation, car l'Ouvrage se termine par l'exposé d'une cosmogonie nouvelle, en rapport avec la Science de notre temps.

» Ces documents montrent, en effet, que les idées cosmogoniques ont toujours répondu à l'état de la science du temps, science d'abord rudimentaire à l'époque primitive, puis développée d'âge en âge jusqu'à son entier épanouissement mathématique au XVIII[e] siècle.

» La Cosmogonie de Laplace, par exemple, répond très bien à la science du dernier siècle, qui a eu pour objectif principal de pousser, jusqu'aux dernières conséquences, la théorie newtonienne de notre petit monde solaire, abstraction faite du reste de l'univers. Tout le monde a été séduit par cette hypothèse, habilement exposée dans un style à la fois noble et simple, avec l'autorité du grand géomètre dont l'œuvre capitale forme encore aujourd'hui le code de l'Astronomie mathématique.

» Mais les idées du dernier siècle, en tout ce qui ne se rattache pas directement à la Géométrie, ont été singulièrement bouleversées dans le cours du XIX[e]. Il n'en reste presque plus rien, ni pour la lumière, ni pour la chaleur. On n'en parle plus qu'avec une sorte de dédain et en exprimant la surprise que de telles conceptions aient régné plus d'un siècle. Des sciences entières ont été créées de toutes pièces sous nos yeux. Des moyens de recherche d'une singulière puissance ont été inventés et appliqués avec le plus merveilleux succès. En Astronomie même, de grands progrès ont changé la face de la Science et la tournure de nos idées. Deux cent quarante petites planètes ont été découvertes entre les orbites de Mars et de Jupiter. Les satellites d'Uranus ont été complètement étudiés, et ceux de Mars ont montré récemment toute la puissance instrumentale de notre époque : mais la nature des mouvements de ces six satellites a trompé l'attente de Laplace. On a reconnu le véritable mode de circulation des anneaux de Saturne : il ne répond pas à l'idée qu'on s'en faisait au siècle passé. La brillante découverte de Neptune et de son satellite ont doublé l'étendue du système solaire : mais ce système, ainsi complété et étendu, ne ressemble plus guère à celui que Laplace se figurait et voulait expliquer. On a réussi à mesurer les distances des étoiles; elles avaient défié tous les efforts du siècle précédent. Les orbites des étoiles doubles ont été observées et calculées : elles ont montré combien les autres mondes, même les plus simples, diffèrent du nôtre sous le rapport géométrique, en sorte qu'une hypothèse aussi restreinte que celle de Laplace leur serait absolument inapplicable.

» Les mouvements de translation de ces mondes qui peuplent l'univers ont été déterminés même, chose incroyable, dans la direction de notre rayon visuel. Celui qui emporte notre petit système vers la constellation d'Hercule a été découvert et mis hors de doute : c'est là un élément dont on ne pouvait tenir compte autrefois. Les nébuleuses de toute sorte, les étoiles et leurs amas si variés ont été passés en revue et classés d'après l'analyse de leur lumière. On a décuplé le nombre des comètes périodiques, triplé le nombre des comètes ordinaires qui, malgré l'excentricité excessive de leurs orbites, n'en font pas moins partie de notre monde. On s'est attaché à étudier leurs figures étonnantes dont le XVIIIe siècle s'est si peu occupé. Ces figures ont mis en évidence la force répulsive que le Soleil exerce sur leurs matériaux : autrefois on ne se souciait guère d'être conduit à reconnaître que l'attraction newtonienne n'est pas la seule force que le géomètre doive considérer dans l'espace. On a rattaché aux comètes périodiques le phénomène naguère si mystérieux des étoiles filantes. On classe dans nos musées, sous le nom d'*aérolithes* qui rappelle une méprise des siècles précédents, on analyse dans les creusets de nos laboratoires de vrais matériaux cosmiques, des débris d'astres disparus qui permettent au chimiste de contrôler directement des résultats obtenus par la voie toute différente de l'analyse spectrale. Enfin on applique journellement, couramment cette étonnante Analyse spectrale, la Photographie et la Thermodynamique à une étude dont la seule idée aurait paru absurde il y a soixante ans, celle de la constitution physico-chimique de notre Soleil et de l'univers. Citons aussi les belles et grandes sciences toutes nouvelles de la Géologie, de la Paléontologie, du développement normal des êtres organisés, lesquelles réagissent plus ou moins directement sur les idées cosmologiques.

» Le moment était donc venu de reprendre ces idées sur des bases nouvelles et plus larges. Je l'ai essayé à la suite des hommes illustres dont je viens de citer les noms et dont j'ai réuni pieusement les témoignages. C'est à vous, Messieurs, de juger si j'ai réussi à mettre à profit les matériaux de notre siècle. Dans quinze ans son œuvre sera close; elle sera certainement plus admirée par nos successeurs que par les contemporains. »

ASTRONOMIE. — *Observations à propos d'une Communication précédente sur la théorie de la figure des planètes.* Lettre de M. F. **Tisserand** à M. le Secrétaire perpétuel.

« Dans la troisième Partie de ma Communication du 1[er] septembre dernier, intitulée *Quelques remarques au sujet de la théorie de la figure des planètes,* j'ai montré qu'on peut intégrer, à l'aide d'une série hypergéométrique, l'équation dont dépendent les ellipticités des couches de niveau d'une planète, lorsqu'on suppose la loi des densités représentée par la formule

$$\rho = \rho_0(1 - ha^n).$$

Ce résultat, que je croyais nouveau, avait été obtenu antérieurement par M. Lipschitz, dans un Mémoire inséré au Tome 62 du *Journal de M. Borchardt,* ayant pour titre : *Versuch zur Herleitung eines Gesetzes, das die Dichtigkeit für die Schichten im Innern der Erde annähernd darstellt, aus den gegebenen Beobachtungen;* M. Lipschitz ayant mentionné ce fait dans une lettre adressée à M. Hermite, j'ai tenu à reconnaître les droits du savant géomètre allemand, dont le travail m'était resté inconnu. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Végétation des Amarantacées. — Répartition des principes fondamentaux;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« La composition générale des sept espèces d'Amarantes et plantes congénères étant définie, nous allons examiner la répartition des matières fondamentales entre les diverses parties de chacune de ces plantes et aux diverses périodes de la végétation.

I. — Ligneux et principes hydrocarbonés insolubles.

Amarantus caudatus.

	29 mai.		30 juin.		11 septembre.		19 octobre.	
	P. absolu.	P. relatif.	P. absolu.	P. relatif.	P. absolu.	P. relatif.	P. absolu.	P. relatif.
Feuilles	0,108 gr	36,1	3,70 gr	55,6	14,50 gr	50,8	21,6 gr	49,4
Tige	0,077	31,3	3,13	47,4	37,00	72,8	48,8	76,6
Racines	0,031	47,0	1,60	61,7	13,82	74,9	9,6	77,9
Inflorescences	0,0	0,0	0,34	56,5	59,00	72,0	121,8	72,4
Plante totale	0gr,216	35,4	8gr,77	54,3	124gr,32	69,4	201gr,8	70,1

Amarantus melancolicus.

	27 mai.		16 juillet.		7 septembre.		3 octobre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles......	gr 0,050	27,0	gr 1,75	32,4	gr 22,6	42,3	gr 10,2	38,5	gr 16,71	51,9
Tige.........	0,033	48,3	0,76	36,5	31,6	46,3	9,1	47,8	2,51	54,4
Racines.......	»	»	0,38	36,4	8,0	64,4	2,7	55,4	0,44	52,8
Inflorescences..	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	47,0	2,62	57,3
Plante totale..	»	»	2gr,89	34,0	62gr,2	46,4	25gr,8	45,4	7gr,24	54,8

Amarantus nanus.

	29 mai.		22 juin.		30 juin.		7 septembre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles.........	gr 0,114	41,7	gr 0,70	43,6	gr 3,25	47,6	gr 7,7	54,9
Tige............	0,078	43,4	0,71	60,0	2,54	49,2	12,2	75,3
Racines.........	0,025	50,6	0,40	59,7	0,82	62,3	2,9	75,2
Inflorescences....	0,008	35,4	0,41	53,2	0,56	58,4	63,0	70,8
Plante totale...	0gr,225	42,9	2gr,22	46,7	7gr,17	46,7	85gr,8	69,7

Amarantus giganteus.

	29 mai.		22 juin.		17 septembre.		19 novembre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles.......	gr 0,014	34,6	gr 0,436	58,1	gr 24,1	46,4	gr 19,8	45,6
Tige..........	0,012	40,7	0,766	72,5	104,7	69,5	86,0	77,5
Racines.......	0,0035	43,4	0,202	57,4	Racines.. 9,3 ; Radicelles 10,3	64,8	24,1	73,7
Inflorescences..	0,0065	43,5	0,538	56,9	123,1	66,8	89,7	68,3
Plante totale.	0gr,036	38,9	1gr,942	62,6	271gr,5	65,4	219gr,6	69,0

Célosie panachée.

	29 mai.		30 juin.				3 octobre.				19 octobre.			
			Jaune.		Rouge.		Jaune.		Rouge.		Jaune.		Rouge.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
euilles........	gr 0,017	46,2	gr 0,44	58,2	gr 0,52	61,0	gr »	»	gr »	»	gr »	»	gr 3,23	54,0
ige...........	0,011	35,9	0,45	59,7	0,46	54,6	3,00	61,4	2,6	66,5	3,05	63,6	11,40	68,1
acines........	0,006	40,1	0,17	55,6	0,20	54,9	»	»	»	»	»	»	0,91	49,2
nflorescences...	0,0	0,0	0,12	51,1	0,13	54,0	3,43	50,1	4,8	54,8	2,84	62,0	4,36	51,2
Plante totale..	0gr,034	41,3	1gr,18	57,7	1gr,31	57,0	»	»	»	»	»	»	19gr,90	60,1

» Nous ne reproduirons pas les chiffres relatifs aux *Am. pyramidalis* et *bicolor*, l'une se rapprochant du *giganteus*, l'autre du *melancolicus;* non plus que les nombres ultérieurs relatifs à la Célosie, qui sont intermédiaires.

» L'accroissement du ligneux et des principes analogues porte sur toutes les parties de la plante, tant d'une manière absolue que relative. Il forme à la fin les trois quarts du poids de la tige et de la racine dans les Amarantes vigoureuses (*caudatus*, *nanus*, *pyramidalis*, *giganteus*), tout en demeurant moindre dans les feuilles. Dans les espèces dont la végétation est demeurée languissante, la floraison lente, la fructification incomplète (*melancolicus*, *bicolor*), la proportion du ligneux surpasse à peine la moitié du poids et demeure à peu près la même dans les diverses parties. Ceci montre nettement la différence entre une plante qui fructifie mal, par suite d'une nutrition imparfaite, et une plante où la fructification a été supprimée par la destruction des inflorescences.

II. — Extrait (Principes hydrocarbonés solubles).

Amarantus caudatus.

	29 mai.		22 juin.		30 juin.		7 septembre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	gr 0,066	22,2	gr 1,267	19,5	gr 5,934	20,8	gr 6,43	14,7
Tige	0,082	33,5	1,633	25,2	6,024	12,0	5,17	8,1
Racines	0,012	18,1	0,419	16,4	1,305	7,2	0,85	6,6
Inflorescence	0,0	0,0	0,162	26,9	7,480	9,3	17,35	10,3
Plante totale	0gr,160	26,3	3gr,471	21,6	20gr,743	11,7	29gr,80	10,4

Amarantus melancolicus.

	27 mai.		16 juillet.		7 septembre.		3 octobre.		9 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	gr 0,047	25,1	gr 1,37	24,8	gr 10,9	20,5	gr 7,05	26,5	gr 0,47	13,7
Tige	0,018	26,4	0,62	29,5	16,1	23,5	4,09	21,2	0,65	14,2
Racines	0,007	25,0	0,22	24,3	1,8	14,0	0,73	14,7	0,07	8,6
Inflorescence	0,00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,33	22,1	0,70	15,3
Plante totale	0gr,072	28,0	2gr,21	25,9	2gr,87	21,4	12gr,50	22,9	1gr,89	14,1

Amarantus nanus.

	29 mai.		22 juin.		17 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	0,049	18,3	0,35	18,7	1,03	14,3	2,0	14,4
Tige	0,046	26,6	0,22	17,2	1,64	29,3	1,7	10,3
Racines	0,010	19,1	0,09	12,8	0,31	19,3	0,3	8,1
Inflorescence	0,005	25,0	0,20	22,6	0,16	17,2	8,7	9,8
Plante totale	0gr,110	21,5	0gr,86	10,1	3gr,14	20,45	12gr,7	10,3

Amarantus giganteus.

	29 mai.		30 juin.		11 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	0,0095	23,7	0,141	18,3	9,0	17,4	8,2	18,9
Tige	0,0075	24,4	0,154	14,5	23,8	15,7	7,2	6,5
Racines	0,002	23,6	0,053	15,1	rac. 1,6 / rad. 1,5	11,7 / 10,4	3,4	10,5
Inflorescence	0,003	21,4	0,178	19,6	0,21	11,4	16,2	12,5
Plante totale	0gr,0215	23,5	0gr,526	17,0	56gr,9	13,7	35gr,0	11,0

» Les principes hydrocarbonés solubles et transportables par la sève (extrait, etc.) se sont accrus pendant la végétation ; la proportion relative était maximum au moment de la floraison, surtout dans la tige. A la fin, elle était plus forte dans les feuilles des Amarantes vigoureuses (*caudatus, nanus, giganteus, pyramidalis*). La tige ne conservait son avantage à cet égard que dans les plantes affaiblies (*melancolicus, bicolor*).

III. — Albuminoïdes.

Amarantus caudatus.

	29 mai.		30 juin.		11 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	0,058	19,4	0,433	6,7	2,41	8,8	4,11	9,4
Tige	0,028	11,2	0,352	5,5	0,93	1,9	1,03	1,8
Racines	0,075	11,3	0,146	5,7	0,36	2,0	0,26	2,1
Inflorescence	0,0	0,0	0,042	7,0	6,93	8,9	13,62	8,1
Plante totale	0gr,093	15,3	0gr,973	6,1	10gr,63	6,1	19gr,02	6,6

Amarantus melancolicus.

	27 mai.		16 juillet.		7 septembre.		30 octobre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	gr 0,042	22,8	gr 1,11	20,3	gr 10,9	20,5	gr 4,13	15,5	gr 0,43	12,4
Tige	0,006	9,0	0,20	9,8	6,3	9,3	1,61	8,3	0,37	8,0
Racines	0,002	7,3	0,15	16,0	1,7	7,0	0,39	7,8	0,95	11,3
Inflorescence	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,96	15,9	0,46	10,3
Plante totale	0gr,050	17,8	1gr,46	17,1	18gr,9	13,6	7gr,04	11,3	1gr,45	10,9

Amarantus nanus.

	29 mai.		22 juin.		30 juin.		7 septembre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	gr 0,056	21,0	gr 0,36	19,2	gr 1,26	17,3	gr 0,9	6,7
Tige	0,020	11,4	»	»	0,51	9,4	0,75	4,4
Racines	0,005	10,8	0,04	4,7	0,09	5,7	0,15	3,8
Inflorescence	0.004	21,4	0,11	12,5	0,13	14,9	9,7	10,0
Plante totale	0gr,085	16,7	»	»	1gr,99	13,0	11gr,5	9,4

Amarantus giganteus.

	29 mai.		22 juin.			17 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.		P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles	gr 0,007	17,5	gr 0,046	6,1		gr 5,6	12,8	gr 5,4	12,5
Tige	0,003	10,7	0,030	2,8		4,2	2,8	4,8	4,3
Racines	0,001	9,5	0,013	11,9	Racines / Radicelles	0,4 / 0,5	2,9	0,9	2,8
Inflorescence	0,003	18,5	0,116	11,9		24,6	12,7	12,8	9,7
Plante totale	0gr,014	14,7	0gr,95	6,4		35gr,3	8,5	23gr,9	7,5

» Les principes albuminoïdes sont concentrés dans les feuilles au début, dans les feuilles et les inflorescences à la fin. Au moment de la floraison, ils tendent vers une répartition plus uniforme, à cause des transports de matière azotée produits pendant cette période physiologique. Dans les plantes où la fructification s'est mal faite (*A. melancolicus, A. bicolor*), la répartition finale des principes albuminoïdes offre de moindres divergences, parce qu'ils n'ont pas été employés au même degré par la fonction de reproduction.

IV. — Carbonate de potasse.

Amarantus caudatus.

	29 mai.		30 juin.		11 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
	gr		gr		gr		gr	
Feuilles........	0,037	12,3	0,692	10,6	2,67	9,4	2,40	5,5
Tiges..........	0,043	17,5	1,060	16,4	2,60	5,2	4,15	6,5
Racines........	0,005	8,1	0,278	10,8	0,50	2,7	0,64	5,2
Inflorescences...	0,0	0,0	0,032	5,4	3,92	4,9	9,07	5,4
Plante totale..	0gr,085	13,9	2gr,062	12,7	9gr,69	5,4	16gr,26	5,6

Amarantus melancolicus.

	27 mai.		16 juillet.		7 septembre.		3 octobre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
	gr		gr		gr		gr		gr	
Feuilles...	0,021	11,0	0,65	11,6	3,6	6,8	1,52	5,7	0,10	3,0
Tige......	0,005	7,4	0,33	15,5	9,9	14,4	2,00	10,3	0,42	9,1
Racines...	»	»	0,10	11,2	1,8	6,9	0,24	4,9	0,03	3,4
Infloresc...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,38	6,4	0,30	6,5
Plante tot..	»	»	1gr,06	12,5	14gr,3	10,6	4gr,14	7,4	0gr,85	6,3

Amarantus nanus.

	29 mai.		22 juin.		30 juin.		7 septembre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
	gr		gr		gr		gr	
Feuilles........	0,017	6,2	0,15	8,1	0,93	13,0	1,5	10,3
Tige...........	0,016	9,2	0,11	8,7	0,90	16,0	1,0	6,4
Racines........	0,0035	7,4	0,03	4,7	0,13	8,2	0,1	2,9
Inflorescences...	0,0015	8,0	0,05	6,1	0,07	7,9	2,7	3,0
Plante totale..	0gr,038	7,4	0gr,34	7,3	2gr,03	13,25	5gr,3	4,35

Amarantus giganteus.

	29 mai.		12 juin.		17 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
	gr		gr		gr		gr	
Feuilles.......	0,0045	11,3	0,063	8,1	4,8	9,0	2,5	5,8
Tige..........	0,004	12,75	0,071	6,5	11,0	7,3	4,3	3,9
Racines.......	0,0005	7,3	0,010	2,7	Racines.. 1,2	8,6	1,5	4,6
					Radicelles 0,3	1,8		
Inflorescences..	0,001	8,6	0,051	5,4	9,3	5,1	7,6	5,8
Plante totale.	0gr,010	11,0	0gr,195	6,2	26gr,6	6,4	15gr,9	5,0

» Les sels de potasse, dont la présence et la proportion sont corrélatives des phénomènes d'oxydation, sont surtout concentrés au début dans la tige et les feuilles. Ils tendent vers la fin à se répartir uniformément dans les *Amarantus caudatus, Amarantus giganteus* et la Célosie. Les racines ont offert en général la plus faible proportion relative.

V. — MATIÈRES MINÉRALES INSOLUBLES.

Amarantus caudatus.

	29 mai.		30 juin.		11 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles.......	gr 0,030	9,9	gr 0,492	7,6	gr 2,912	10,2	gr 9,09	20,8
Tige..........	0,016	6,4	0,355	5,5	4,066	8,2	4,57	7,2
Racines.......	0,010	15,4	0,136	5,4	2,410	13,2	0,97	7,9
Inflorescence...	0,0	0,0	0,025	4,3	3,665	4,6	5,71	3,4
Plante totale.	0gr,056	9,1	1gr,008	6,3	1gr,3053	7,4	20gr,34	7,3

Amarantus melancolicus.

	27 mai.		16 juillet.		7 septembre.		3 octobre.		29 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles.......	gr 0,024	14,1	gr 0,60	10,9	gr 5,30	9,9	gr 3,70	13,2	gr 0,65	19,0
Tige..........	0,006	8,9	0,19	8,8	4,46	6,5	2,39	12,4	0,65	14,2
Racines.......	»	»	0,11	12,0	0,97	7,7	0,86	17,3	0,20	23,8
Inflorescence...	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,52	8,6	0,48	10,6
Plante totale.	»	»	0gr,89	10,5	10gr,73	8,0	7gr,47	13,0	1gr,98	14,8

Amarantus nanus.

	29 mai.		22 juin.		30 juin.		7 septembre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
Feuilles......	gr 0,035	12,8	gr 0,18	10,3	gr 0,58	7,8	gr 2,0	13,7
Tige.........	0,017	9,4	0,10	7,3	0,33	6,0	0,6	3,6
Racines......	0,006	12,8	0,14	18,1	0,07	4,6	0,4	10,0
Inflorescence..	0,002	9,4	0,05	5,5	0,03	3,5	4,8	5,4
Plante totale.	0gr,060	11,5	0gr,47	9,8	1gr,01	6,6	7gr,8	6,25

Amarantus giganteus.

	29 mai.		12 juin.			17 septembre.		19 octobre.	
	P. A.	P. R.	P. A.	P. R.		P. A.	P. R.	P. A.	P. R.
	gr		gr			gr		gr	
Feuilles.......	0,005	12,8	0,067	9,3		7,5	14,4	7,5	17,3
Tige..........	0,0035	11,4	0,039	3,7		7,1	4,7	8,6	7,7
Racines.......	0,0015	16,2	0,075	21,1	Racines	1,7	12,0	2,8	8,4
					Radicelles	1,5	10,5		
Inflorescence...	0,001	8,0	0,058	6,2		7,1	3,8	5,0	3,8
Plante totale.	0gr,011	11,9	0gr,239	7,8		24gr,9	6,0	23gr,9	7,5

» Les matières minérales insolubles ont une tendance marquée à s'accumuler dans les feuilles; si ce n'est dans les plantes à végétation languissante, telles que l'*Amarantus melancolicus* et l'*Amarantus bicolor*, où elles semblent s'arrêter dans les racines; probablement par suite de l'action insuffisante des agents qui les rendent solubles et qui leur permettent ainsi de circuler dans le végétal jusqu'à la feuille. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Séparation du cérium et du thorium.* Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« L'analyse exacte d'un mélange de thorine et de cérine présente d'assez grandes difficultés, si l'on se borne à suivre les anciennes méthodes indiquées par les Traités classiques de Chimie; cette opération s'effectue, au contraire, aisément et rapidement en adoptant la marche ci-après.

» La solution mixte, presque neutre (sulfates ou chlorures), est additionnée de quelques gouttes d'acide chlorhydrique et bouillie pendant plusieurs minutes sur des copeaux de cuivre pur. Les persels de cérium sont ainsi entièrement ramenés au minimum.

» On ajoute alors à la liqueur (sans en retirer les copeaux de cuivre) un sensible excès de protoxyde de cuivre (1), et l'on maintient le tout à une douce ébullition pendant au moins trois quarts d'heure.

» Le précipité, recueilli sur un filtre, est lavé avec de l'eau distillée, préalablement bouillie sur un peu de protoxyde de cuivre. Ce précipité, qui contient la thorine, ainsi qu'une faible quantité d'oxyde de cérium

(1) Le meilleur protoxyde de cuivre s'obtient par l'action du glucose sur une solution bouillante de tartrate de cuivre dans la potasse en excès. Cet oxyde doit être *complètement* lavé, afin qu'il ne contienne plus aucune trace de matière organique.

(provenant surtout du défaut de lavage) est repris par l'acide chlorhydrique, mêlé au besoin d'un peu d'acide nitrique.

» On enlève le cuivre, soit par le gaz sulfhydrique dans la solution très acide, soit par l'ammoniaque en excès.

» La thorine légèrement cérifère étant soumise, une seconde ou, tout au plus, une troisième fois, au même traitement est exempte de cérium et ne se colore plus en jaune orangé au contact de l'eau oxygénée.

» Les diverses solutions cérifères sont réunies et privées de cuivre par l'hydrogène sulfuré ou par l'ammoniaque.

» Vu la facilité de répéter le traitement par le cuivre et protoxyde de cuivre, il n'y a guère d'inconvénient à laisser des traces un peu plus fortes de cérine dans la première thorine obtenue; mais il est essentiel que ce dernier oxyde soit complètement précipité; il vaut donc mieux exagérer la durée de l'ébullition de la liqueur en présence du protoxyde de cuivre en excès et la pousser jusqu'à une heure entière. Si d'ailleurs on craignait d'avoir laissé des traces de thorine avec la masse de la cérine, on pourrait reprendre celle-ci par l'acide chlorhydrique et faire subir à la solution une nouvelle et longue ébullition en présence de cuivre et de protoxyde de cuivre. »

CHIMIE. — *Sur la solubilité du prussiate de gallium. Rectification à une Note antérieure;* par M. LECOQ DE BOISBAUDRAN.

« En m'occupant de la séparation du gallium d'avec le manganèse [1], j'avais observé qu'à l'ébullition le prussiate de gallium était plus aisément soluble dans son eau mère quand on avait ajouté à celle-ci une certaine quantité de chlorure de manganèse.

» D'autres essais semblent cependant montrer que l'effet obtenu ne dépendait pas de la présence du manganèse, mais d'une notable acidité de la solution de $MnCl^2$ employée. En effet, si l'on ajoute un suffisant excès d'acide chlorhydrique à l'eau mère du prussiate de gallium pur, celui-ci se redissout également à l'ébullition. »

---

(1) *Comptes rendus*, juin 1882, p. 1627, ligne 14 en remontant.

ALGÈBRE. — *Sur l'équation linéaire trinôme en matrices d'un ordre quelconque.* Note de M. SYLVESTER.

« Pour résoudre l'équation trinôme $pxp' + qxq' + r = 0$ (où toutes les lettres désignent des matrices du même ordre ω) sous sa forme symétrique, on a besoin de connaître l'équation identique à un nivellateur de cet ordre à deux couples de matrices, ce qui équivaut virtuellement à connaître le déterminant d'un nivellateur à trois de ces couples. Mais, sans avoir recours à cette méthode générale, il existe, comme on va le voir, un moyen plus court et plus direct pour résoudre l'équation et exprimer x sous la forme essentiellement bonne d'une fraction réduite, si l'on est d'accord à se dispenser de la condition que le numérateur soit symétrique.

» A cet effet, on peut multiplier l'équation, à volonté, ou par $q^{-1}(\ )p'^{-1}$ ou par $p^{-1}(\ )q'^{-1}$. Choisissons le premier de ces deux multiplicateurs et écrivons $q^{-1}p = \varphi$, $q'p'^{-1} = -\psi$, $-q^{-1}rp'^{-1} = \mu$; alors on obtient l'équation $\varphi x - x\psi = \mu$ (mais déjà avec une brèche de symétrie, par la raison du choix d'une entre deux choses pareilles). En multipliant cette équation par le nivellateur $\varphi^i(\ ) + \varphi^{i-1}(\ )\psi + \varphi^{i-2}(\ )\psi^2 + \ldots + (\ )\psi^i$ (disons U_i) et en écrivant $U_i\mu = \mu_{i+1}$, on obtient la suite d'équations

$$\varphi x - x\psi = \mu,\quad \varphi^2 x - x\psi^2 = \mu_2,\quad \varphi^3 x - x\psi^3 = \mu_3,\quad \ldots,\quad \varphi^\omega x - x\psi^\omega = \mu_\omega.$$

» Soient $B_0, B_1, \ldots, B_\omega$ et $C_0, C_1, \ldots, C_\omega$ les coefficients des deux formes associées aux deux systèmes p, q et p', q' respectivement; alors, en vertu d'un théorème général en matrices ([1]), on aura

$$C_0\psi^\omega + C_1\psi^{\omega-1} + \ldots + C_\omega = 0,\qquad B_0 - B_1\varphi + \ldots + (-)^\omega B_\omega\varphi_\omega = 0.$$

» Avec l'aide de ces deux équations et de la suite précédente, on peut déduire une équation de l'une ou de l'autre des deux formes $Mx = N$ ou $xM = N$. Faisons le choix (qui amène encore une fois une brèche de symétrie) de la première.

» On aura

$$(C_\omega\varphi^\omega + C_{\omega-1}\varphi^{\omega-1} + \ldots + C_1\varphi + C_0)x = C_\omega\mu_\omega + C_{\omega-1}\mu_{\omega-1} + \ldots + C_1\mu.$$

Or, selon la théorie ordinaire d'élimination, on peut déterminer ϑ et H

([1]) Ainsi, par exemple, si p, q sont des quaternions, on a

$$Tp^2(p^{-1}q)^2 - 2S(VpVq)(p^{-1}q) + Tq^2 = 0.$$

deux fonctions chacune du degré $(\omega - 1)$ en φ (traité comme une quantité ordinaire), telles que

$$\vartheta[B_0 - B_1\varphi + \ldots + (-)^\omega B_\omega \varphi^\omega] + H(C_\omega \varphi^\omega + C_{\omega-1}\varphi^{\omega-1} + \ldots + C_0)$$

sera égal à R, le contre-résultant des deux formes associées à (p, q) et (p', q') [1] respectivement, et l'on aura

$$x = \frac{C_1 H\mu + C_2 H\mu_2 + \ldots + C_\omega H\mu_\omega}{R},$$

et ainsi x sera déterminé.

» Si μ est zéro, alors, afin que x ne soit pas zéro, le R doit devenir zéro, comme nous avons déjà trouvé dans une Note précédente. En général, si R (le contre-résultant des deux formes adjointes à p, q et p', q' dans l'équation $pxp' + qxq' + r = 0$) s'évanouit, l'équation ne peut pas admettre une solution en même temps actuelle et déterminée; sans autres conditions, la solution deviendra *idéale*; avec conditions convenables, elle peut redevenir *actuelle*, mais contiendra (selon les circonstances) une ou plusieurs constantes arbitraires.

» Hamilton, dans ses *Lectures*, a considéré l'équation trinôme pour les quaternions, mais il n'en a pas poussé la solution, c'est-à-dire la valeur de l'inconnue, à sa forme finale dans laquelle le dénominateur doit être un scalar (je dis *doit* être), parce que, ici comme dans toutes les équations en matrices, c'est le dénominateur de l'inconnue convenablement exprimé dont l'évanouissement est le *critérium* pour distinguer le cas où la solution est actuelle et déterminée d'avec les cas où elle devient ou idéale ou indéterminée.

» En combinant le résultat ici obtenu avec celui de notre Note précédente, on voit qu'on est entré en pleine possession de la solution de l'équation $Nx = \Gamma$ dans les deux cas où le nivellateur N est de l'ordre 2 et d'une étendue quelconque ou bien de l'étendue 2 et d'un ordre quelconque.

» *Remarque*. — On peut objecter que le numérateur de l'expression trouvée pour x dans l'équation trinôme contient des combinaisons de $q^{-1}p$, $q'p'^{-1}$, $q^{-1}rp'^{-1}$ et que, conséquemment, x pourrait devenir idéal à cause de l'évanouissement du déterminant de p' ou de q sans que le contre-résultant R s'évanouisse. Pour répondre à cette objection, soient D', Δ les déterminants de p' et de q^{-1}; alors, en se servant des équations identiques

[1] C'est-à-dire le *résultant* des fonctions multipliées par ϑ et H ci-dessus.

à p' et à q, on peut substituer pour leurs inverses des fonctions rationnelles de l'un et de l'autre divisées respectivement par D' et Δ, et alors le numérateur de x sera une quantité incapable de devenir infinie, tandis que son dénominateur sera R multiplié par des puissances de D' et de Δ; mais, vu qu'on peut représenter x tout aussi bien par une autre fraction dont le numérateur sera aussi incapable de devenir infini et dont le dénominateur sera R multiplié par des puissances de D' et de Δ (les déterminants de p et de q'), il est évident que ces deux fractions doivent toutes les deux admettre d'être simplifiées et que dans leurs formes réduites le dénominateur sera tout simplement R et qu'ainsi ce contre-résultant est le seul critérium pour distinguer le cas de l'actuel et déterminé d'avec le cas de l'idéal ou indéterminé. »

RAPPORTS.

MÉDECINE. — *Rapport sur diverses Communications relatives au choléra.*

(Commissaires : MM. Bouley, P. Bert, Gosselin, Marey, Pasteur, Vulpian; Richet rapporteur.)

« Huit Communications seulement nous ont été transmises depuis le dernier Rapport fait à l'Académie. Sur ce nombre, cinq ne méritent aucune mention; elles émanent en effet de personnes absolument étrangères à la Médecine et qui envoient leurs élucubrations ridicules comme des médications assurées contre le choléra. Inutile d'ajouter qu'aucun malade heureusement n'a été soumis à leurs expériences.

» Un médecin distingué de Nancy, M. Netter, se fondant sur des idées théoriques, très contestables d'ailleurs, propose de revenir à une médication déjà ancienne, consistant à administrer des torrents de boissons aux cholériques. C'est d'ailleurs là une simple proposition, laquelle n'est basée sur aucune observation clinique, et sur laquelle dès lors la Commission n'a pas à se prononcer, étant instituée pour juger les faits incontestablement acquis, et non les idées *a priori*.

» M. le D[r] E. Alliot, se fondant sur les propriétés sudatives du Jaborandi, propose de traiter les cholériques par la pilocarpine.

» Nous ferons la même remarque que précédemment; il n'y a là qu'une idée théorique sans observation clinique à l'appui.

» Enfin M. le D[r] R. Pereda y L. Sanchez, du Corps de santé militaire espagnol, adresse une brochure sur le choléra dans laquelle se trouvent

quelques vues, bonnes à retenir, sur la préservation et le traitement du choléra. Mais, en somme, nous n'avons découvert dans ce travail aucune idée digne d'être signalée. »

MÉMOIRES LUS.

AÉRONAUTIQUE. — *Sur la deuxième expérience de l'aérostat électrique à hélice de MM. Tissandier frères.* Note de M. G. TISSANDIER.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

« A la suite de l'ascension que nous avons exécutée, le 8 octobre 1883, dans notre aérostat à hélice, le premier qui ait emprunté à l'électricité sa force motrice, et dont nous avons eu l'honneur de donner la description complète à l'Académie ([1]), nous avons dû modifier quelques parties du matériel et refaire notamment de toutes pièces le gouvernail, dont le rôle n'est pas moins important que celui du propulseur.

» Vendredi 26 septembre 1884, nous avons exécuté un deuxième essai; il a donné tous les résultats que nous pouvions attendre d'une construction exclusivement faite dans un but d'étude expérimentale. Notre aérostat, dont la stabilité n'a jamais rien laissé à désirer, obéit à présent avec la plus grande sensibilité aux mouvements du gouvernail, qui fait saillie au delà de la pointe arrière, et il nous a permis d'exécuter au-dessus de Paris des évolutions nombreuses, dans des directions différentes, et de remonter, même à plusieurs reprises, le courant aérien avec vent debout, comme ont pu le constater des milliers de spectateurs.

» L'ascension a eu lieu à $4^h 20^m$, de notre atelier aérostatique d'Auteuil. Mon frère s'était chargé du jeu de lest; un ancien marin, M. Lecomte, qui nous accompagnait, manœuvrait spécialement les drosses du gouvernail, et faisait virer de bord suivant la direction que nous voulions prendre; quant à moi, je m'occupais spécialement de faire fonctionner le moteur et de prendre le point.

» A 400^m d'altitude, nous avons été entraînés par un vent assez vif du nord-ouest, et aussitôt l'hélice a été mise en mouvement, d'abord à petite vitesse; quelques minutes après, tous les éléments de la pile montés en tension ont donné leur maximum de débit. Grâce aux dimensions plus volumi-

([1]) *Comptes rendus*, séance du 15 octobre 1883.

neuses de nos lames de zinc et à l'emploi d'une dissolution de bichromate de potasse plus chaude, plus acide et plus concentrée, il nous a été donné de disposer d'une force motrice effective de un cheval et demi, avec une rotation de l'hélice de 190 tours à la minute.

» L'aérostat a d'abord suivi presque complètement la ligne du vent, puis il a viré de bord sous l'action du gouvernail, et décrivant une demi-circonférence, il a navigué vent debout. En prenant des points de repère sur la verticale, nous avons constaté que nous nous approchions, lentement, mais sensiblement de la direction d'Auteuil, ayant une complète stabilité de route. La vitesse du vent était environ de 3^m à la seconde, et notre vitesse propre, un peu supérieure, atteignait à peu près 4^m à la seconde. Nous avons ainsi remonté le vent au-dessus du quartier de Grenelle, pendant plus de dix minutes.

» Après cette première évolution, la route fut changée et l'avant du ballon tenu vers l'Observatoire. On nous vit recommencer dans le quartier du Luxembourg une manœuvre de louvoyage tout à fait semblable à celle que nous avions exécutée précédemment, et l'aérostat, la pointe avant contre le vent, a encore navigué pendant quelques minutes à courant contraire. Après avoir séjourné pendant plus de quarante-cinq minutes au-dessus de Paris, l'hélice a été arrêtée; l'aérostat, laissé à lui-même, tout en étant maintenu à une altitude à peu près constante, a été aussitôt entraîné par un vent assez rapide. Il passa au sud du bois de Vincennes, et, à partir de cette localité, il nous a été facile de mesurer encore une fois par le chemin parcouru au-dessus du sol notre vitesse de translation et d'obtenir ainsi très exactement celle du courant aérien lui-même. Cette vitesse a varié de 3^m à 5^m à la seconde; elle n'était pas constante et a changé fréquemment pendant le cours de notre voyage.

» Arrivés au-dessus de la Varenne-Saint-Maur à $5^h 50^m$ du soir, le soleil se couchait au-dessus des brumes; le vent diminua sensiblement d'intensité. La machine, remise en mouvement, nous permit de remonter avec beaucoup plus de facilité que précédemment le courant aérien devenu presque nul, et nous traversâmes la Marne en sens contraire, successivement à deux reprises.

» L'atterrissage eut lieu à $6^h 20^m$, près du bois Servon, à Marolles-en-Brie, canton de Boissy-Saint-Léger (Seine-et-Oise), à une distance de 25^{km} du point de départ, après un séjour de deux heures dans l'atmosphère.

» Notre ascension du 26 septembre 1884 aura donné une démonstra-

tion expérimentale de la direction des aérostats fusiformes symétriques avec hélice à l'arrière, et cela sans qu'il ait été nécessaire de rapprocher dans la construction les centres de traction et de résistance. La disposition que nous avons adoptée, analogue à celle des aérostats de H. Giffard et de M. Dupuy de Lôme, favorise considérablement la stabilité du système, sans exclure la possibilité de confectionner des aérostats très allongés et de très grande dimension, qui pourront seuls assurer l'avenir de la locomotion atmosphérique.

» MM. Renard et Krebs ont brillamment démontré, d'autre part, que l'hélice pouvait être placée à l'avant et la nacelle très rapprochée d'un aérostat pisciforme auquel elle est attachée. Ils ont obtenu, grâce à l'emploi d'un moteur très léger, une vitesse propre qui n'avait jamais été atteinte avant eux.

» Nous rendons hommage au grand mérite de l'œuvre de MM. Renard et Krebs, comme ces savants officiers l'ont fait eux-mêmes à l'égard de l'antériorité de nos essais, en ce qui concerne l'application de l'électricité à la navigation aérienne. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. S. Caraven-Cachin adresse, pour le Concours du prix Delesse, un Mémoire manuscrit intitulé : « Esquisse géographique et géologique du département du Tarn, accompagnée d'une Carte géologique du Tarn ».

(Renvoi à la Commission.)

M. H.-V. Zenger adresse une Note intitulée : « Les comètes et les essaims périodiques d'étoiles filantes ».

(Renvoi à l'examen de M. Faye.)

M. G. Chicandard adresse une Note intitulée : « Nouvel énoncé de la loi des décompositions électro-chimiques ».

(Renvoi à l'examen de M. Becquerel.)

M. le Secrétaire perpétuel signale l'envoi fait à l'Académie de quelques nouvelles Communications sur la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. le Secrétaire perpétuel signale l'envoi fait à l'Académie de quelques nouvelles Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel informe l'Académie de la mort de M. *Alexandre Cialdi*, Correspondant de la Section de Géographie et Navigation, décédé à Rome, le 26 juin 1882.

La perte de notre regretté Correspondant, qui est signalée aujourd'hui par M. le prince Boncompagni, n'avait pu être mentionnée plus tôt, aucun membre de sa famille ne l'ayant annoncée à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un ouvrage en deux volumes, de M. le général *Noizet*, intitulé : « Études philosophiques : psychologie, métaphysique et application de la philosophie à la direction de la vie humaine ».

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard et de la planète Luther, faites à l'observatoire de Nice.* Note de M. Perrotin, présentée par M. Faye.

« Nice, 19 septembre 1884.

Dates. 1884.		Étoiles.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe (1).	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.	Observateur.
			h m s	h m s		° ′ ″			
Sept. 9...	☄	1	8.21.49	18.55.28,53	$+\bar{2},979$	121.30. 8,2	−0,931	7	Perrotin.
11...	☄	2	9. 2. 0	19. 3.48,26	$+\bar{1},252$	120.53.40,6	−0,922	7	Charlois.
14...	☄	3	7.35.27	19.15.43,73	$-\bar{3},899$	119.58.24,3	−0,931	5	»
15...	☄	4	8.51.13	19.19.56,15	$+\bar{1},186$	119.38. 0,2	−0,922	8	»
16...	☄	5	8.33.28	19.23.51,39	$+\bar{1},065$	119.18.29,5	−0,925	7	»
17...	☄	6	9.20.43	19.27.56,50	$+\bar{1},325$	118.57.52,9	−0,913	10	Perrotin.
Sept. 14...	Planète.	7	11.38.17	0.10.29,70	$-\bar{1},018$	79.31.43,8	−0,691	6	Charlois.
15...	Planète.	8	10. 9.30	0. 9.48,01	$-\bar{1},399$	79.35.21,4	−0,707	6	»
16...	Planète.	8	10,18.34	0. 9. 2,99	$-\bar{1},359$	79.39.23,2	−0,704	5	»

(1) Le signe est relatif au facteur lui-même.

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1884,0.

Étoiles.	Noms.	Autorité.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
			h m s		° ′ ″	
1....	Anonyme.	10357 Stone, 6 comp.	18.57.29,85	+3,67	121.22.42,0	—10,3
2....	10402 Stone.	Stone.	19. 1.42,94	+3,63	120.48.29,1	—10,7
3....	10521 Stone.	»	19.19.36,50	+3,61	119.58.16,6	—12,1
4....	10511 Stone.	»	19.17.45,50	+3,58	119.31.55,3	—12,1
5....	Anonyme.	10511 Stone, 6 comp.	19.21.18,30	+3,56	119.24.20,8	—12,0
6....	10597 Stone.	Stone.	19.31.41,79	+3,69	118.52. 4,7	—13,2
7....	Lamont.	Lamont.	0.12.19,46	+3,83	79.26.13,2	—22,8
8....	103 Schjellerup.	Schjellerup.	0.14.12,46	+3,83	79.35.33,6	—22,9
8....	»	»	»	+3,84	»	—23,0

» *Nota.* — La comète Barnard est maintenant assez élevée sur notre horizon pour que nous puissions l'observer facilement avec l'équatorial Gautier de $0^m,38$ d'ouverture.

» Le noyau, très net, a l'aspect écrasé et granulé. Son diamètre est de 10″ à 12″ d'arc. Il se prolonge par un mince filet lumineux dans l'angle de position de 50°. La nébulosité, dont le diamètre est de 2′,5, s'étend légèrement dans la même direction et s'étale en forme d'éventail.

» J'ai pu examiner la comète au spectroscope [1] les 16, 17 et 18, et, chaque fois, en me tenant dans l'obscurité la plus complète, j'ai aperçu deux des trois bandes brillantes qui caractérisent, d'ordinaire, le spectre des comètes, la bande centrale, de beaucoup la plus belle, et la bande placée du côté du jaune, très faible. Elles se renforçaient sur le noyau d'une manière notable. Par moments, j'ai cru entrevoir la troisième bande, celle qui est du côté du bleu, mais d'une manière trop fugitive pour qu'il soit possible d'en affirmer l'existence. »

---

[1] Le spectroscope employé est un spectroscope oculaire de très petite dispersion, construit par M. Hoffmann sur les indications de M. Thollon.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf, faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. BIGOURDAN. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1884.	Étoile de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ✶ — ★.	Déclinaison ✶ — ★.
			m s	′ ″
Sept. 24........	*a* Anonyme.	10	+ 0.14,74	— 0.42,9
25........	*b* »	10	— 0.13,07	— 3.55,1
26........	*c* 4696 B.D. + 19°.	9	+ 0. 9,33	— 2.22,5
27........	*d* 4702 »	9	+ 0. 2,90	— 5.53,2
27........	*e* 4704 »	9,5	— 0.14,59	— 4.35,7
28........	*f* 4789 »	9,5	— 0.15,66	— 4.44,4

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.	Etoiles de compar.	Ascension droite moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Autorité.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 24....	*a*	21.17. 3,36	+3,38	+20.37.32,9	+30,1	Rapportée à *g*.
25....	*b*	21.18. 6,23	+3,37	+20.15.14,5	+30,1	» *h*.
26....	*c*	21.18.22,13	+3,36	+19.45.54,2	+30,1	» *i*.
27....	*d*	21.19.12,67	+3,35	+19.19.36,3	+30,1	B.B., t. VI.
27....	*e*	21.19.30,3	+3,35	+19.19.6	+30,2	B.D.
28....	*f*	21.20.16,43	+3,34	+18.50.49,5	+30,2	B.B., t. VI.
......	*g*	21.18.32,39	»	+20.29.10,4	»	Id.
......	*h*	21.21.18,24	»	+20.12.45,9	»	Weisse₂.
......	*i*	21.22.31,24	»	+19.44.47,4	»	B.B., t. VI.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Sept. 24.......	9.52.39	21.17.21,48	$\bar{2}$,968	+20.39.20,1	0,624	18:24
25.......	8. 7.53	21.17.56,53	$\bar{2}$,952*n*	+20.11.49,5	0,629	20:18
26.......	7.46.29	21.18.34,82	$\bar{1}$,083*n*	+19.44. 1,8	0,639	30:18
27.......	9. 4.47	21.19.18,92	$\bar{2}$,390	+19.14.13,2	0,638	20:18
27.......	9. 4.47	21.19.19,0	$\bar{2}$,390	+19.15.0	0,638	20:18
28.......	8.56.13	21.20. 4,11	$\bar{2}$,169	+18.46.35,3	0,644	20:18

» J'ai rapporté les étoiles *a*, *b*, *c* respectivement à *g*, *h*, *i* au moyen de l'équatorial, et j'ai obtenu :

	m s	′ ″	
a — *g*........	— 1.29,03	+ 8.22,5	par 12:8 comparaisons.
b — *h*........	— 3.12,01	+ 2.28,6	9:6 »
c — *i*........	— 4. 9,11	+ 1. 6,8	9:6 »

» *Remarque*. — Septembre 25. La comète est une nébulosité de 2′, 5 de diamètre, avec un noyau de 9ᵉ à 10ᵉ grandeur. La chevelure n'est pas complètement symétrique par rapport au noyau : elle est notablement plus brillante et plus développée dans la direction de 130° d'angle de position. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf, faites à l'observatoire de Paris (équatorial coudé)*; par M. **Périgaud**, présenté par M. Mouchez.

Date. 1884.	Étoile de comp.	Comète — ☆. Asc. droite.	Déclinaison.	Nombre de comp.
		m s	′ ″	
Sept. 25........	*a*	−3.25,08	−1.18,3	5
26........	*b*	−3.58,53	+7.19,0	5
27........	*c*	+2.32,29	−4. 6,3	5
28........	*d*	−1. 1,60	−6.59,8	4

Positions des étoiles de comparaison.

Étoile.	Ascens. droite moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Autorité.
	h m s	s	° ′ ″	″	
a 41729 Lal........	21.21.17,71	+3,38	+20.12.43,4	+30,1	3 et 2 obs. mérid.
b 504 Weisse.....	21.22.31,04	+3,38	+19.36.18,9	+30,1	Catal. Weisse.
c 41545 Lal........	21.16.43,13	+3,36	+19.18.30,3	+30,2	4 et 1 obs. mérid.
d 41710 Lal........	21.21. 3,11	+3,35	+18.52.24,8	+30,2	3 obs. mérid.

Positions apparentes de la comète.

Date. 1884.	Temps moyen.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. par.	Déclinaison.	Log. fact. par.
	h m s				
Sept. 25........	7.59.38	21.17.56,01	$(\bar{1},034)_n$	+20.11.55,2	(0,644)
26........	8. 0.17	21.18.35,89	$(\bar{1},034)_n$	+19.44. 7,8	(0,644)
27........	8.56.19	21.19.18,78	»	+19.14.54,1	(0,650)
28........	9.26.15	21.20. 4,86	$(\bar{2},834)$	+18.45.55,1	(0,649)

» La comète offre une belle concentration de l'aspect d'une étoile de 10ᵉ grandeur, avec une chevelure assez marquée. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète de Wolf* (21 *septembre* 1884), *faites au Cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux;* par M. **Courty**, transmises par M. G. Rayet et présentées par M. Mouchez.

Date 1884.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente conclue.	Distance apparente au pôle Nord.
25 septembre.........	$8^h 57^m 38^s,41$	$21^h 17^m 57^s,41$	$69^\circ 49' 30'',5$
26 »	8.54.16,11	21.18.31,11	70.17. 2,8
27 »	8.51. 7,94	21.19.18,97	70.45.27,8

» La longitude de Bordeaux est $11^m 26^s,44$ ouest de Paris, la latitude $44^\circ 50' 7'',5$.

» Le noyau de la comète est comparable à une étoile de 9e grandeur. La nébulosité est dissymétrique. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les groupes de points en involution marqués sur une surface.* Note de M. **Le Paige**, présentée par M. de Jonquières.

« Jusqu'ici, du moins je le pense, les involutions ont été regardées comme formées par des groupes d'éléments distribués sur un support à une dimension, par exemple des groupes de points d'une courbe unicursale, des groupes de tangentes à une courbe, de plans tangents à une développable, etc.

» Les résultats contenus dans mon Mémoire des *Acta* (1), joints à ceux qu'ont fait connaître d'autres géomètres, MM. Schur, Ém. Weyr, de Paolis, etc., mais à d'autres points de vue, me paraissent conduire à la conception d'involutions dans un domaine à deux dimensions, c'est-à-dire de groupes de points marqués sur une surface.

» Les considérations actuelles ne seraient qu'un cas très particulier d'une conception beaucoup plus générale.

» Supposons que l'on se donne une surface cubique S_3, la plus générale, et qu'on ne tienne compte que d'un des trente-six systèmes de couples de cubiques gauches tracées sur S_3.

» Appelons c_3 et k_3 les cubiques appartenant à deux systèmes conjugués.

» Si l'on prend une cubique gauche c_3, tous les k_3 la coupent en des

(1) *Acta mathematica*, publiés par M. G. Mittag-Leffler, 5 : 2, Stockholm, 1884.

groupes de cinq points $X_1 X_2 A'B'C'$ (j'emploie les mêmes notations que dans mon Mémoire des *Acta*), marquant sur c_3 une I_2^5.

» Nous aurons ainsi des pentagones dont les faces enveloppent une surface de la troisième classe Σ_3.

» Cette surface Σ_3 a un *double-six* commun avec S_3, c'est-à-dire qu'elle est complètement déterminée par le système de cubiques considéré et qu'elle ne dépend nullement de la cubique c_3 choisie.

» Mais nous avons fait voir que les arêtes du pentagone $X_1 X_2 A'B'C'$ rencontrent S_3 en dix points qui, avec les sommets du pentagone, constituent les quinze points d'une *configuration* $[15_6, 20_3]$, inscrite à S_2.

» Outre les dix faces du pentagone, la configuration contient encore cinq plans, qui sont les faces opposées aux sommets du pentagone. Ces cinq plans forment un pentaèdre, inscrit à S_3, et dont les dix arêtes et les cinq faces complètent, avec les dix arêtes et les dix faces du pentagone, la configuration.

» Il est évident maintenant que cette figure, que j'appellerai F, est circonscrite à Σ_3.

» Les groupes de quinze points des F marquent sur S_3 une involution que je désignerai par I_2^{15}, car chaque groupe de quinze points est déterminé par deux points appartenant à une des droites de F.

» Tous les F sont circonscrits à Σ_3, qui sera la surface d'involution.

» Réciproquement, S_3 sera la surface d'involution si l'on regarde l'involution comme marquée sur Σ_3 par les faces des F.

» Les deux surfaces S_3 et Σ_3 jouent un rôle réciproque, comme deux coniques C_2 et K_2, dont l'une est la conique d'involution de l'autre par rapport à l'I_1^3, marquée par les triangles inscrits à C_2 et circonscrits à K_2.

» L'analogie se poursuit même plus loin.

» Les triangles inscrits à C_2 et circonscrits à K_2 sont conjugués par rapport à une conique pour laquelle C_2 et K_2 sont polaires réciproques.

» Or S_3 et Σ_3 sont polaires réciproques par rapport à une quadrique S_2, et chacune des figures F est sa propre conjuguée à l'égard de S_2. »

OPTIQUE. — *Sur un nouveau prisme polarisateur.* Note de M. **E. Bertrand**, présentée par M. Damour.

« Le prisme de Nicol, l'appareil polarisateur le plus employé, présente quelques inconvénients parmi lesquels il y a lieu de signaler : l'obliquité des faces terminales par rapport à l'axe du prisme; la longueur du prisme,

qui est égale à environ quatre fois sa largeur; l'étendue du champ, qui est inférieure à 30°; enfin la nécessité d'employer un morceau pur et assez gros de spath d'Islande, substance chère et qui devient de plus en plus rare.

MM. Hartnack et Prazmowski [1] ont heureusement modifié cet appareil; leur prisme a ses faces terminales perpendiculaires à l'axe, la longueur est diminuée, et le champ atteint 35°.

» Dans le prisme de Nicol et dans celui de MM. Hartnack et Prazmowski, un rayon lumineux traversant le spath se divise en deux; le rayon ordinaire éprouve la réflexion totale sur la couche de baume du Canada ou d'huile de lin, et c'est le rayon extraordinaire qui sort. Le calcul montre que le champ, dans l'intérieur du spath, ne peut dépasser 26°33′45″. En passant dans l'air, les rayons s'écartent et le champ atteint 35°. Il est impossible de dépasser cet angle extérieur, si c'est le rayon extraordinaire qu'on utilise à la sortie du prisme; mais, si l'on utilisait le rayon ordinaire, l'indice ordinaire étant plus grand que l'indice extraordinaire, on obtiendrait dans l'air un champ de 44°46′20″.

» Pour arriver à ce résultat, je prends un prisme de flint-glass dont l'indice est = 1,658, je coupe ce prisme suivant un plan faisant un angle de 76°43′8″ avec les faces terminales : les deux faces ainsi produites sont polies et recollées avec une substance d'indice égal ou supérieur à 1,658, de façon à reconstituer le prisme primitif, mais en ayant soin de placer entre les deux morceaux du prisme un clivage de spath convenablement orienté.

» Un rayon de lumière naturelle pénétrant dans le prisme et arrivant à la lame de spath ne pourra traverser cette lame qu'en se divisant en deux rayons polarisés à angle droit. Le rayon ordinaire, dont l'indice est 1,658, continuera son chemin en ligne droite, mais le rayon extraordinaire, dont l'indice est compris entre 1,483 et 1,658, suivant la direction du rayon, ne pénétrera pas dans le spath si l'incidence est convenable; c'est ce qui a lieu dans le prisme en question.

» On obtient ainsi un prisme polarisateur de même longueur à peu près que celui de MM. Hartnack et Prazmowski, mais le champ extérieur est de 44°46′20″. Il n'est plus nécessaire d'employer un gros morceau de spath, puisqu'il suffit d'un simple clivage; de plus, les faces terminales

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. VII.

étant en flint-glass, on peut les essuyer sans crainte de les rayer, comme cela arrive fréquemment avec les anciens prismes.

» Ce mode de construction permet d'obtenir un autre perfectionnement; on prend un prisme de flint d'indice 1,658, on le coupe suivant un plan faisant 63°26′15″ avec les faces terminales, et l'on reconstitue le prisme comme il a été dit plus haut, en intercalant un clivage de spath. Le prisme ainsi reconstitué est coupé suivant un nouveau plan symétrique du premier par rapport à l'axe, les deux parties sont recollées en y intercalant un clivage de spath placé symétriquement par rapport à celui qui se trouve dans la première section. On obtient ainsi un prisme polarisateur moitié moins long que le prisme de Nicol et dont le champ atteint 98°41′30″ ».

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur les produits obtenus dans l'attaque du tellure par l'acide azotique*. Note de MM. **D. Klein** et **J. Morel**, présentée par M. Berthelot.

« Il est généralement admis que, dans l'attaque du tellure par l'acide azotique, il ne se produit que de l'anhydride tellureux, comme produit stable. M. Klein a décrit ([1]), dans une précédente Communication, un azotate basique de bioxyde de tellure $(TeO^2)^4, Az^2O^5 + 1,5H^2O$ obtenu en attaquant à chaud le tellure par un grand excès d'acide azotique faible. Il y a là une contradiction avec les travaux antérieurs de nos devanciers : aussi avons-nous voulu élucider ce point.

» Nous avons pris du tellure soigneusement purifié par les méthodes connues; ce tellure était à l'état pulvérulent, il avait été obtenu par précipitation par l'acide sulfureux.

» A cet état de division, ce corps simple se dissout avec une grande facilité dans l'acide azotique faible; il y a dégagement abondant de vapeurs rutilantes, et la température à laquelle se produit l'attaque est d'autant plus basse que l'acide est plus concentré. C'est ainsi que l'attaque du tellure par l'acide azotique de densité 1,25 commence à − 11°.

» Quand on opère à basse température, la dissolution n'est pas complète; il reste au fond des vases une matière caséeuse, grisâtre, qui blanchit ensuite et forme de longues aiguilles microscopiques, flexibles et enchevêtrées : ce corps a tout à fait l'aspect d'un mycélium. Ce produit renferme

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 326.

de l'acide azotique et de l'acide tellureux; nous n'en avons pas encore terminé l'étude.

» Quant à la solution, étendue d'eau, elle abandonne soit de l'anhydride soit de l'hydrate tellureux, et il reste toujours dans la liqueur une certaine quantité de l'azotate basique de bioxyde de tellure précédemment décrit.

» L'hydrate tellureux (ou le corps considéré comme tel, qui pourrait bien n'être qu'un azotate très basique, se décomposant spontanément en présence de l'eau en donnant de l'anhydride tellureux) se produit quand l'attaque a eu lieu à basse température, qu'on s'est servi d'acide azotique faible ($D = 1,10$ à $1,20$), et que l'eau employée pour diluer le liquide a une température inférieure à $+8°$.

» L'hydrate tellureux est blanc, caséeux; il se transforme spontanément, du jour au lendemain, en une masse d'un blanc jaunâtre, formée de lamelles rectangulaires microscopiques, agissant vivement sur la lumière polarisée: c'est de l'anhydride tellureux.

» Si l'on emploie, au contraire, pour diluer la solution azotique, de l'eau à $+20°$, ou si les deux autres conditions citées plus haut n'ont pas été réalisées, il se produit un dépôt d'anhydride tellureux en octaèdres basés microscopiques, très semblables comme aspect à des octaèdres réguliers; mais l'examen des caractères optiques démontre qu'ils n'appartiennent pas au système du cube: ce sont probablement des octaèdres quadratiques, présentant les faces p, m, a^1.

» Nous citerons, comme exemple numérique des proportions d'anhydride tellureux et d'azotate de bioxyde de tellure produits, une seule des nombreuses expériences que nous avons faites:

» 4^{gr} de tellure ont été attaqués à froid, en refroidissant extérieurement avec de la glace par 80^{cc} d'acide azotique de densité $1,20$: il s'est produit environ $0^{gr},10$ de dépôt caséeux insoluble, qui a été pesé après dessiccation.

» Le liquide a été étendu de 1^{lit} d'eau distillée: au bout de vingt-quatre heures, il s'était déposé $2^{gr},35$ d'acide tellureux octaédrique. La solution évaporée a donné $2^{gr},700$ d'azotate de bioxyde de tellure correspondant à $2^{gr},21$ d'anhydride tellureux, soit une quantité totale d'anhydride tellureux de $4^{gr},66$.

» Or 4^{gr} de tellure donnent $4^{gr},8$ d'anhydride tellureux: la différence s'explique par ce fait que quelques cristaux d'anhydride restent toujours fixés aux parois des vases où l'on opère.

» La solution azotique de tellure abandonne spontanément, ainsi qu'il a été observé par Berzelius, des cristaux octaédriques de TeO^2, et, quand l'acide employé est assez étendu ($d = 1,20$ environ) et que pendant l'at-

taque la température n'a pas dépassé 30°, la chaleur accélère le dépôt d'anhydride tellureux qui se dépose en quelques minutes à 70°.

» Dans ces conditions, le liquide retient en dissolution la moitié environ de l'anhydride tellureux à l'état d'azotate : ce dernier cristallise par concentration et refroidissement. Si l'on traite à l'ébullition les octaèdres d'anhydride tellureux par l'acide azotique de densité 1,35, ils se dissolvent et la liqueur renferme de l'azotate basique de bioxyde de tellure.

» Il semble donc que, dans l'attaque du tellure par l'acide azotique, il se forme successivement : 1° une solution d'hydrate tellureux dans l'acide azotique (à froid vers 0°); 2° un azotate tellureux, décomposable à 70°, 80° en anhydride tellureux et azotate basique; cet azotate tellureux se forme vers 20° et se décompose spontanément à froid, à la longue, en azotate basique et anhydride. L'azotate basique de bioxyde de tellure est luimême décomposé par l'eau.

» Nous ajouterons, pour terminer, que les propriétés de l'anhydride tellureux paraissent avoir été fort mal décrites : les auteurs en parlent comme d'un corps légèrement soluble dans l'eau; or il est à peu près aussi insoluble que le sulfate de baryte : il faut 150 000 parties d'eau pour dissoudre une partie de TeO^2. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du sulfate de cuivre pour la destruction du Mildew.* Note de M. **Ad. Perrey**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Au milieu d'un territoire complètement ravagé par le Mildew (*Peronospora viticola*), les parcelles pourvues au printemps d'échalas récemment trempés au sulfate de cuivre se distinguent, au premier coup d'œil, par la couleur verte et l'état de santé de leurs feuilles.

» Dans une parcelle d'une étendue de 15 ares, située dans le département de Saône-et-Loire, portant 2000 pieds de gamay de quatre à cinq ans d'âge, 300 ou 400 souches ont reçu de vieux échalas, dont le trempage n'avait pas été renouvelé depuis plusieurs années; toutes les autres ont été dressées, au printemps, sur des échalas de tremble qui avaient subi un trempage de quatre jours dans une solution saturée de sulfate de cuivre. Les vieux échalas sont irrégulièrement distribués dans la parcelle : ici par plages plus ou moins étendues, isolant, dans une zone de 10 ou 20 mètres carrés, 1 ou 2 ceps échalassés à neuf; là, au contraire, isolés eux-mêmes au milieu d'échalas trempés.

» Le 15 septembre, des 400 ceps de la première catégorie, pas un seul n'a

gardé plus de 2 ou 3 feuilles, mortes d'ailleurs. Les 1600 ceps de la seconde catégorie, sans exception, possèdent la totalité de leurs feuilles; et au centre même des zones défeuillées, qui ne montrent plus que leurs maigres sarments courant sur des échalas noircis, on voit çà et là, d'une souche verdoyante, émerger la pointe d'un échalas blanc. Ce n'est point à dire que les 1600 ceps soient absolument indemnes : une faible proportion de leurs feuilles est légèrement atteinte par la maladie, une proportion insignifiante en est réellement compromise; mais nous avons vainement cherché une souche qui eût éprouvé un dommage sensible.

» Sur une autre parcelle, en plants de 4 à 5 ans d'âge également, les échalas ont été trempés et placés partie en 1883, partie en 1884; mais la trempe a été donnée dans une solution cuivrique un peu étendue. Cette vigne, beaucoup moins éprouvée que les vignes contiguës dressées sur vieux échalas, quoique mieux située que la précédente, est moins bien préservée qu'elle.

» L'examen d'un cep quelconque, dressé sur échalas trempé, permet de reconnaître que la zone d'immunité est limitée par la surface d'un cylindre ayant pour axe l'échalas et pour base une circonférence de $0^{m},20$ à $0^{m},25$ de diamètre. De telle sorte que les pampres accolés avec soin échappent à la contagion, tandis que les feuilles écartées sur la périphérie, attachées sur les pampres libres ou surmontant l'échalas, sont plus ou moins gravement envahies par le champignon.

» La comparaison de deux parcelles échalassées à neuf montre également bien l'influence des soins apportés à l'accolage. En outre, tandis que sur les souches non protégées les feuilles du sommet sont les dernières infectées, sur les souches protégées, au contraire, les feuilles qui dépassent l'échalas sont souvent les seules atteintes. L'action prophylactique du sulfate de cuivre se manifeste donc dans des conditions remarquables et qui témoignent de son énergie.

» Le problème de la préservation des vignes est-il pour cela résolu? Nous ne le pensons pas. Le simple trempage des échalas en solution cuivrique suffit, il est vrai, à préserver des plants de 4 à 6 ans (les nombreux exemples de préservation que nous avons observés ne laissent point de doute à cet égard); il ne suffirait vraisemblablement plus à préserver convenablement des plants à grande arborescence.

» Si simple qu'il paraisse, ce mode d'application du sulfate de cuivre ne laissera point que de devenir assez coûteux, dans telles conditions d'exploitation que les praticiens apprécieront aisément; il ne pourra être utilisé

pour la préservation des vignes dirigées en chaintres, taillées à longs bois, palissées en fil de fer, etc.

» Sans donc vouloir exagérer les conséquences immédiates d'une observation que de nombreux témoignages viendront sans doute bientôt confirmer, nous nous bornons à faire connaître l'agent prophylactique, comptant sur l'effort commun des intéressés pour hâter le moment où l'application en pourra être généralisée par un procédé économique ».

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les conditions climatériques et l'état sanitaire actuel dans l'isthme de Panama.* Extrait d'un Rapport de M. R. **Regnier** à M. de Lesseps (communiqué par M. Larrey).

« Au moment où les travaux de l'isthme vont entrer dans une nouvelle période d'activité, il a paru opportun d'établir, d'après les documents nombreux que possède l'Administration, quel a été l'état sanitaire des dernières années. Ce sera le meilleur moyen pratique de rétablir la vérité, et de démontrer que la réputation d'insalubrité, qu'on a faite à l'isthme, n'est pas justifiée.

» La température de l'isthme varie de $+24^\circ$ à 30°C. en hiver; elle s'élève jusqu'à $+35^\circ$ en été. Le climat est chaud et humide; l'année se partage en deux saisons, une d'été et une d'hiver, dite *saison des pluies;* cette dernière est la plus courte des deux.

» Il résulte d'études approfondies que le climat de l'isthme de Panama n'exerce pas, sur les Européens, l'action déprimante de certaines régions tropicales. Toutefois des mesures hygiéniques doivent être prises et observées scrupuleusement : elles sont prescrites à chacun des employés.....

» Deux grands hôpitaux, l'un à Panama, l'autre à Colon, sont destinés à recevoir les malades qui, jugés gravement atteints, sont dirigés des diverses sections sur ces deux hôpitaux, desservis par plusieurs médecins expérimentés. De plus, le long du canal et dans les sections, réside un médecin chargé de visiter les malades à domicile, et de les évacuer, suivant les cas, sur les hôpitaux de Colon et de Panama.

» Le service des hôpitaux est fait, avec un grand soin et un grand dévouement, par des sœurs hospitalières.

» Dès 1881, il a été démontré qu'on ne devait envoyer dans l'isthme que des hommes dans la force de l'âge et dont la santé bien équilibrée présentait les meilleures chances d'acclimatation. Un service d'inspection a été créé dans le but de veiller à ces diverses prescriptions....

» De plus, l'Administration a fait construire un *sanitorium* à Taboga, et a prévu la nécessité du rapatriement des hommes qui, sortant de maladies graves, avaient besoin, pour achever leur convalescence, d'un long séjour en Europe. Ce rapatriement est accordé aussi aux travailleurs, qui, après un séjour de dix-huit mois à deux ans, viennent se refaire dans la mère-patrie. Il est peu d'agents qui, après un séjour en Europe, où ils ont fait provision de nouvelles forces, ne retournent avec empressement reprendre leur service dans l'isthme.

» Grâce à ces mesures de haute prévoyance, la mortalité dans l'isthme est arrivée à un chiffre presque inférieur à celui des grands centres et des grands chantiers industriels. En effet, la statistique sanitaire, adressée par l'Administration au service central de Paris, prouve que le chiffre de la mortalité, par rapport à la population employée dans l'isthme, est d'environ de 2,5 pour 100, chiffre qui ne dépasse pas la moyenne des décès relevés dans nos climats. »

La séance est levée à 4 heures.

J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 22 septembre 1884.

(Suite.)

Entwurf für die astronomischen Arbeiten der europäischen Längengradmessung unter 52° Breite vom Jahre 1863. Berlin, Stankiewicz, 1882; in-4°.

Untersuchungen über die Occipitalregion des Cranium und den proximalen Theil der Wirbelsäule einiger Selachier. Eine Festschrift von Dr E. Rosenberg. Dorpat, Laakman; 1884; in-4°.

C.-G.-J. Jacobi's gesammelte Werke. Supplementband, herausgegeben von E. Lottner. *Vorlesungen über Dynamik.* Berlin, G. Reimer, 1884; in-4°.

Intorno ad una lettera di Carlo Federico Gauss al Dr Enrico Guglielmo Mattia Olbers. Memoria di B. Boncompagni. Roma, 1884; in-4°. (Estratto dagli *Atti dell'Accademia Pontificia de'Nuovi Lincei.*)

Lettera di Carlo Federico Gauss al Dr Enrico Guglielmo Mattia Olbers, in data di « Braunschweig den 3 September 1805 », traduzione dal tedesco del Dr A. SPARAGNA. Roma, 1883; in-4°. (Estratto dal *Bullettino di bibliographia e di storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Lettre de Charles-Frédéric Gauss au Dr Henri-Guillaume-Mathias Olbers en date de « Braunschweig den 3 September 1805 », publiée par B. BONCOMPAGNI d'après l'original possédé par la Société Royale des Sciences de Göttingen. Berlin, imp. G. Schade, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 22 septembre 1884.)

Page 487, ligne 17, *au lieu de* pour une même ligne A_0, *lisez* pour un même signe de A_0.

Page 488, ligne 2, *au lieu de* pareillement, *lisez* pareillement, par voie de multiplication.

Même page, à la suite de la note du bas de la page, *ajoutez :* C'est notamment par de telles variations, faites convenablement et toutes autres choses (nombre des termes, signes et parité des exposants de mêmes rangs respectifs) restant les mêmes, qu'on peut aisément, par la simple résolution de quelques équations *du premier degré*, former autant d'équations qu'on le veut, numériques et *d'une espèce quelconque donnée*, dont chacune ait le *maximum* du nombre de racines réelles que comporte cette espèce. Je me propose de revenir ailleurs sur ce détail, intéressant par lui-même mais élémentaire. Je montrerai alors comment, une équation algébrique quelconque (rationnelle ou non) étant donnée, on peut tracer immédiatement, à main levée et sans aucun calcul, la *figure* générique de la courbe qui représente celles des équations de la même *espèce* possédant le maximum du nombre des racines réelles que cette espèce comporte.

Page 490, ligne 2, *au lieu de* avec plus de netteté, *lisez* avec netteté.

Même page, ligne 5, *supprimez* x^2.

Page 492, ligne 3 en remontant, *au lieu de* immersion, *lisez* inversion.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 OCTOBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Eclipse totale de Lune du 4 octobre 1884.* Note de M. MOUCHEZ.

« L'éclipse totale de Lune du 4 octobre a offert un grand intérêt, par suite de la proposition faite par M. Struve, l'éminent directeur de l'observatoire de Poulkova, d'utiliser la longue durée de cette éclipse pour déterminer plus exactement le diamètre de notre satellite, à l'aide des occultations des nombreuses petites étoiles que l'obscurité de la Lune permettrait d'apercevoir près de ses bords.

» Bien que le temps ait été peu favorable, nous avons pu obtenir un nombre suffisant de ces observations pour contribuer très utilement à cette solution du problème. On trouvera plus loin ([1]) les neuf observations de M. Périgaud, faites à l'équatorial coudé, et les onze observations de M. Bigourdan, à l'équatorial de la tour de l'ouest.

» Les observations physiques de ce phénomène ne peuvent acquérir

([1]) *Voir* à la Correspondance, page 560, les Notes de MM. Périgaud et Bigourdan.

une certaine importance que quand l'atmosphère est très pure; les nuages et les bancs de brume fréquents qui passaient sur l'astre, surtout pendant la dernière moitié de l'éclipse, ont beaucoup contrarié les observations ci-après indiquées, qui ont été faites par M. Trépied, directeur de l'observatoire d'Alger, actuellement à Paris ([1]).

» La durée de l'éclipse nous a paru un peu plus petite que celle qui était donnée par la théorie. J'ai observé avec une petite lunette de $0^m,08$ l'instant de l'immersion totale à $9^h 29^m 30^s$, avec une erreur certainement moindre que 20^s ou 30^s. Quant au premier contact de sortie, il a eu lieu vers $10^h 54^m$, mais les nuages qui obscurcissaient alors la Lune ne me permettent pas d'affirmer le résultat à plus de 2^m ou 3^m près.

» Pendant la durée de l'éclipse totale, la Lune, qui est restée toujours visible, m'a présenté une apparence d'illumination assez inattendue.

» Les deux segments sphériques des bords correspondant aux deux points de contact d'entrée et de sortie, et sur une étendue d'une trentaine de degrés environ, sont restés simultanément et très sensiblement plus éclairés que le reste de la surface et de la circonférence de notre satellite.

» Ce fait, qui a pu échapper aux astronomes occupés à noter les occultations d'étoiles, a été également observé par M. Fabry, élève astronome, et a dû être vu par beaucoup d'autres observateurs.

» MM. Paul et Prosper Henry ont pris un grand nombre de photographies de l'éclipse.

» A l'observatoire du Bureau des Longitudes et de la Marine à Montsouris, les observations ont été faites par M. Gibory, lieutenant de vaisseau, et Oltramare, élève astronome. Chacun d'eux a pu observer trois occultations d'étoiles avec les deux petits équatoriaux de cet observatoire.

» Les observations de l'Observatoire de Paris devront être d'autant plus utiles pour la solution du problème proposé que, faites par deux habiles observateurs, elles présentent une remarquable précision, comme le prouve la comparaison des heures obtenues.

» Les heures des immersions de quatre étoiles, déterminées à l'équatorial coudé et à l'équatorial de la tour de l'ouest, ne diffèrent que de $0^s,2$ à $0^s,3$; une seule diffère de $0^s,7$, et ces différences sont toutes dans le même sens.

» Les émersions, beaucoup plus difficiles à observer, ne présentent qu'une différence moyenne de $1^s,3$.

» La précision de ces résultats prouve la grande valeur du procédé proposé par M. Struve. »

([1]) *Voir* à la Correspondance, p. 562, la Note de M. Trépied.

ÉLECTRICITÉ. — *Essais faits à Turin et à Lanzo sur la distribution de l'éclairage électrique à grande distance.* Note de M. TRESCA.

« Une exposition internationale d'électricité a lieu en ce moment à Turin, avec attribution d'un prix important, offert par le gouvernement italien et par la ville.

» Je suis chargé, par mes collègues du jury de cette exposition, de porter à la connaissance de l'Académie les faits suivants :

» MM. Gaulard et Gibbs ont établi entre l'exposition, la station de Lanzo et les stations intermédiaires, un circuit dont la longueur totale, retour compris, est de 80 kilomètres, avec un fil de bronze chromé, de $3^{mm},7$ de diamètre, non recouvert.

» Ce fil est destiné au courant alternatif, produit par une machine dynamo-électrique de Siemens, du type de 30 chevaux, de telle manière que ce courant puisse être utilisé simultanément à divers modes d'éclairage, soit à l'exposition même, soit à la station de Turin, soit à la station terminale de Lanzo, soit enfin dans les stations intermédiaires, par sa transformation, en chaque point, des deux facteurs qui constituent son énergie, au moyen des générateurs secondaires, de nouvelle construction, exposés par MM. Gaulard et Gibbs.

» Le 25 septembre nous avons constaté, en même temps, le fonctionnement régulier :

» 1° A l'exposition, des appareils suivants, qui doivent nécessairement être alimentés par des potentiels très différents : 9 lampes Bernstein, 1 lampe Soleil, 1 lampe Siemens, 9 lampes Swan, et 5 autres lampes Bernstein à une petite distance ;

» 2° A la station de Turin-Lanzo, distante de 10 kilomètres : 34 lampes Edison de 16 bougies, 48 de 8 bougies et une lampe à arc de Siemens.

» Le 29 septembre, l'expérience a été plus concluante encore, le système étant complété à la station de Lanzo, distante de 40 kilomètres, par le fonctionnement absolument régulier de 24 lampes de Swan, de 100 volts.

» Les transformations multiples qu'exige la variété de ces divers modes d'éclairage s'effectuent avec sûreté, et, quoique nous ne soyons pas en mesure de donner encore des chiffres précis, il est parfaitement établi que les générateurs secondaires doivent, au moins entre certaines limites, être considérés comme des transformateurs, à rendement relativement grand, de l'énergie des courants alternatifs.

» L'allumage et l'extinction s'obtiennent, sans aucune perturbation, au moyen de simples commutateurs.

» Le but principal de cette Communication se borne d'ailleurs à constater la réussite complète d'une distribution des différents modes d'éclairage, sur un parcours effectif de 40 kilomètres. L'importance seule du fait réalisé demandait à être fixée par une date précise, mais il doit être bien compris qu'il ne s'agit pas ici du transport d'un travail mécanique. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les azotates dans les plantes, aux diverses périodes de la végétation.* Note de MM. **Berthelot** et **André**.

« La marche générale de la végétation, ainsi que la répartition des principes fondamentaux aux diverses périodes et dans les diverses parties de la plante, étant définie pour les plantes à salpêtre, il convient d'aborder maintenant la production du salpêtre par ces mêmes plantes. C'est ce que nous allons faire, en nous bornant d'abord aux dosages de l'azotate de potasse, sauf à en discuter ultérieurement l'origine. Nous allons commencer par les résultats observés sur la plante totale, d'après des analyses exécutées sur les mêmes espèces, au nombre de huit, pour lesquelles nous avons défini la marche générale de la végétation.

I. — Bourrache. *Borrago officinalis.*

Date. 1883.	État de la végétation.	Poids, plante sèche.	Azotate.		Rapports centésimaux.			
			P. absolu.	P. relatif.	K.	Azote.	Extrait.	Eau.
		gr	gr	p. 100				
	Graine	0,0139	0,0000014	0,01	0,3	0,05	3	0,0
26 avril.	Plantule.................	0,017	0,000084	0,5	5,0	2,5	3	0,2
29 mai.	Plante se développant.	1,4195	0,0348	2,5	22,6	9,5	15	0,3
12 juin.	Début de la floraison.......	2,1267	0,0877	4,2	29,0	14,1	20	0,8
{ 12 juin.	Autre plante étiolée	2,446	0,1225	5,0	27,5	32,0	20	0,4
{ 30 juin.	Pied sans inflorescence......	17,124	0,341	2,0	18,7	35,2	9	0,8
{ 7 septembre.	Fructification.............	50,254	0,0114	0,02	0,27	0,4	0,1	0,0
{ 7 septembre.	Plante séchée sur pied.	34,073	0,244	0,7	5,8	12,8	3,2	0,6
{ 7 septembre.	Plante privée d'inflorescence .	47,16	traces	0,0	»			»

» Les quatre premières colonnes de ce Tableau s'expliquent d'elles-mêmes.

» La cinquième exprime le rapport (multiplié par 100) entre le poids absolu de l'azotate et le poids absolu de la plante, c'est-à-dire la dose centésimale de l'azotate.

» La sixième, le rapport (multiplié par 100) entre le poids du potassium, de l'azotate et le poids total du même élément dans la plante.

» La septième, le rapport (multiplié par 100) entre le poids de l'azote, de l'azotate et le poids de l'azote des albuminoïdes, définis d'après la méthode d'analyse que nous employons (ce Volume, p. 357); poids qui ne comprend qu'une portion, la principale d'ailleurs, des composés azotés.

» La huitième, le rapport (multiplié par 100) entre le poids de l'azotate de potasse et le poids des principes solubles dans l'alcool aqueux (extrait), principes dont l'azotate luimême fait partie.

» La neuvième enfin, le rapport (multiplié par 100) entre le poids de l'azotate et le poids de l'eau contenue dans la plante; les variations de cette dernière dépendent de l'état du sol et de l'abondance des pluies.

» D'après ces analyses, l'azotate de potasse existe déjà en dose appréciable dans la graine. Sa proportion, tant relative qu'absolue, croît à mesure que le végétal se développe et jusqu'aux débuts de la floraison. Elle est alors maximum. Mais elle diminue, à mesure que la fonction de reproduction se développe; cette fonction donnant lieu à la formation de principes azotés, qui détruisent l'azotate de potasse dans une proportion plus forte qu'il ne se reproduit au sein du végétal. Vers la fin de la fructification, cette cause de consommation de l'azote venant à se restreindre, l'azotate augmente de nouveau, de façon même à atteindre parfois un poids absolu supérieur; bien que sa proportion relative demeure moindre, à cause de l'accroissement survenu dans les principes ligneux et autres matériaux de la plante.

» La consommation de l'azote, par suite de la formation des albuminoïdes et corps congénères, ne se manifeste pas seulement pendant la floraison et la fructification; elle a lieu aussi lorsque le développement des parties vertes devient prépondérant, comme il arrive dans les pieds demeurés longtemps sans inflorescence (30 juin); ou mieux encore, privés systématiquement d'inflorescence, de façon à éliminer l'influence de la fonction de reproduction. Dans ce cas, la plante est touffue et vigoureuse; mais les azotates disparaissent presque complètement.

» On voit par ces détails que si la culture de la Bourrache était dirigée en vue de la production du salpêtre, il y aurait avantage à multiplier les pieds semés et à en arrêter le développement vers les débuts de la floraison. C'est ce que confirme aussi l'étude des Amarantacées, comme il sera dit tout à l'heure.

» La production des azotates exige que la plante ait une certaine vigueur : par exemple, on n'en rencontre pas dans le blé semé dans l'eau distillée;

on sait qu'il développe des tiges vertes dans ces conditions, mais sans arriver à la floraison.

» La marcescence et la dessiccation de la plante sur pied ne font pas disparaître les azotates. C'est ainsi que des tiges de Bourrache complètement desséchées à l'air, abandonnées pendant six mois sous un hangar ouvert, puis analysées, ont fourni 2 centièmes d'azotate; à peu près autant qu'au début. De même, en opérant sur une feuille verte et sur une feuille jaunie, prises le même jour sur une plante vivante, quoiqu'un peu étiolée (27 juin), nous avons trouvé à peu près la même dose d'azotate : 0,9 centième dans la feuille verte; 1,11 dans la feuille jaune. Ainsi les actions chimiques développées pendant la marcescence modifient peu la dose des azotates; sans doute parce que ceux-ci cessent d'éprouver l'influence réductrice des parties vertes. Il en serait autrement si la plante, demeurée humide pendant son dépérissement, éprouvait des phénomènes de fermentation et de putréfaction, susceptibles de détruire les azotates.

» Les observations de ce genre doivent être faites sur des feuilles séparées de la tige pendant la vie du végétal; autrement, si on laissait la plante se dessécher en masse, on pourrait être induit en erreur par suite d'une action purement physique et capillaire, qui tend à accumuler les liquides et, par suite, les azotates dans les feuilles, dernier siège de l'évaporation. Leur proportion peut alors s'y élever jusqu'à 3,65 centièmes. Le rapport entre l'eau et l'azotate, au lieu de rester inférieur à un centième, comme dans le Tableau ci-dessus, peut alors devenir tel que l'azotate cristallise et s'effleurisse à la surface des feuilles et de la tige : nous en montrerons plus loin des exemples. Mais ce ne sont là ni des phénomènes ni des conditions physiologiques.

» L'azotate de potasse, en même temps qu'il augmente en proportion relative jusqu'à former 5 centièmes du poids de la plante, absorbe une dose croissante du potassium et de l'azote total contenus dans celle-ci. Cependant il n'a pas pris tout à fait le tiers du potassium, au moment où sa quantité relative était maximum; ce qui montre combien est inexact le procédé de dosage de l'azotate fondé sur la simple détermination du carbonate de potasse renfermé dans les cendres.

» On voit encore que l'azotate peut comprendre jusqu'au tiers de l'azote renfermé dans les principes albuminoïdes, principes dont l'oxydation dans la tige concourt à le former. Ce maximum se produit aux débuts de la floraison; il est suivi d'un minimum répondant à la fructification, puis le rapport se rapproche du huitième, à la fin de la vie du végétal.

» Le rapport entre le poids du salpêtre et celui des principes solubles offre des oscillations analogues; le salpêtre formant un cinquième de l'extrait lors de son maximum pour tomber au trentième seulement, vers la fin de la végétation.

» Les analyses faites sur les pieds étiolés et sur ceux dont l'inflorescence tarde à se manifester (12 et 30 juin) montrent que, lorsque la plante souffre, les principes albuminoïdes tendent à disparaître ou plutôt cessent de se produire avant les azotates. En d'autres termes, les fonctions de réduction qui président à la formation des parties vertes, formation corrélative de celle des albuminoïdes, diminuent avant les fonctions d'oxydation, qui président à la formation des acides organiques, de l'acide carbonique et des azotates. Cela s'explique si l'on remarque que la formation des parties vertes exige un travail propre, dû à l'intervention des énergies étrangères à la plante (énergies lumineuses) et produit par l'intervention des mécanismes spéciaux et très délicats qui président à la fonction chlorophyllienne. Au contraire, les phénomènes d'oxydation sont produits avec dégagement de chaleur et par le seul concours des énergies chimiques : ils peuvent donc continuer à se manifester, même dans une plante où les actions réductrices sont suspendues, ou tout au moins diminuées.

» Les déductions et conséquences tirées de l'étude de la Bourrache sont confirmées par celle des Amarantes, comme le montrent les Tableaux suivants :

II. — Amarantus caudatus.

			Azotate.		Rapports.			
Date.	État.	P. Plante.	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
	Graine.	gr 0,00074	Presque ins.	»	»	»	»	»
26 avril.	Plantule.	0,00127	gr 0,000097	7,6	62	61	21	1,0
29 mai..	Vég. comm.	0,610	0,0267	4,4	22	24	20	0,7
30 juin..	Flor. comm.	16,15	0,924	5,7	31	17	26,5	1,2
11 sept..	Floraison.	177,8	0,394	1,0	2,7	3	1,9	0,6
19 oct...	Fructific. Dessiccation	287,9	7,430	3,1	8,6	11,6	7,7	2,5

» Le poids absolu de l'azotate croît jusqu'à la floraison, passe par un minimum, puis augmente de nouveau, sans revenir à la proportion centésimale atteinte tout d'abord : ce sont les mêmes résultats que pour la Bourrache. Aux débuts, dans la plantule, les deux tiers de potassium existent sous forme d'azotate, tiré du sol ou produit par la plante. A la fin ce n'est

plus qu'un douzième. Le rapport relatif à l'azote, voisin des deux tiers aux débuts, baisse ensuite lors du développement de la fleur pour remonter vers la fin, comme pour la Bourrache. Les rapports relatifs à l'extrait suivent aussi des variations analogues. La richesse du jus en azotate est plus grande que pour la Bourrache, et maximum à la fin.

III. — AMARANTUS NANUS.

		Azotate.		Rapports.			
	P. Plante.	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
29 mai......	gr 0,518	gr 0,0069	1,35	12,5	6,6	6,3	0,2
22 juin......	4,75	0,103	2,0	18	9	12	0,6
30 juin.....	15,34	0,320	2,1	11	13	10	0,4
7 septembre..	123,1	2,658	2,2	32,7	18	21	0,5

» Pas d'azotate dans la graine. Les inflorescences existaient dès le 29 mars; en septembre leur prépondérance est énorme; ce sont des conditions différentes des espèces précédentes. Vers la fin, l'azotate contient près du tiers de potassium total et forme un cinquième des matières solubles.

IV. — AMARANTUS GIGANTEUS.

		Azotate		Rapports			
	P. Plante.	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Graines...	gr 0,00076	Insensible					
26 avril...	0,0022	Nul ou ins.	»	»	»	»	»
29 mai....	0,092	gr 0,00445	4,8	29,0	23,0	20,6	1,3
22 juin...	3,104	0,0393	1,3	11,2	16,7	7,5	0,4
10 juillet..	77,8	4,043	5,2	29,0	30,5	19,0	0,07
17 sept...	415,2	10,02	2,4	26,0	24,3	17,6	10,8
19 oct....	318,3	16,28	5,15	71,0	57,0	47,0	25,1

» Les azotates n'ont apparu qu'au moment où la plante, d'abord stationnaire, a pris un développement rapide, auquel les inflorescences ont d'ailleurs participé dès le début. Dans son état final, la plante est des plus riches en salpêtre (5,15 centièmes), et le salpêtre contient alors les deux tiers du potassium. Il renferme aussi le tiers de l'azote total et il forme la moitié de l'extrait. A ce moment, la plante se meurt et le salpêtre y cristallise, comme le montre la proportion de l'eau.

V. — Amarantus melancolicus.

Dates.	État.	P. plante.	Azotate. P. A.	P. R.	Rapports. K.	Az.	Extr.	Eau.
		gr						
26 avril ...	Plantule.....	0,00177	0,000039	2,2	16,0	7,6	8,0	0,9
27 mai....	Débuts.. ...	0,286	0,0036	1,9	»	6,0	5,0	0,6
16 juillet ..	Avant flor ...	8,52	0,374	4,4	23,9	21,0	13,0	0,7
7 septembre	Id. ...	134,2	9,303	6,9	44,6	41,7	32,0	1,2
3 octobre..	Flor. chétive.	56,9	1,708	3,0	26,0	22,0	13,0	0,9
19 octobre.	Dessiccation ..	13,37	0,238	1,8	19,4	14,4	12,6	0,6

» La plante, se développant sans fleurir, a atteint son maximum d'azotate, lequel contenait alors la moitié du potassium, etc. Le dépérissement des pieds qui ont fructifié a concouru plus tard, aussi bien que la reproduction de la plante, à abaisser le taux du salpêtre.

VI et VII.

» Nous supprimons les analyses de l'*A. pyramidalis* et *bicolor*.

VIII. — Célosie panachée.

Dates.	État.	Graine nulle. P. plante.	Azotate. P. A.	P. R.	Rapports. K.	Az.	Extr.	Eau.
		gr						
29 mai....	Avant floraison .	0,085	0,0014	1,7	14,0	10	8,0	0,2
30 juin....	Jaune.........	2,05	0,021	1,0	7,4	10	5,5	0,4
»	Rouge.........	2,29	0,038	1,7	14,0	20	8,0	0,8
3 octobre..	Jaune.........	14,24	0,133	1,0	»	8	4,3	0,5
» ..	Rouge.........	14,34	0,068	0,5	»	5	2,0	0,2
19 octobre.	Jaune.........	11,33	0,223	2,0	24,0	20	12,6	0,8
» .	Rouge.........	32,77	0,390	1,2	16,0	9	7,0	0,4

» La Célosie se rapproche de l'*A. nanus*.

» Tels sont les résultats fournis par nos recherches sur la végétation de la plante dans son ensemble, envisagée dans ses rapports avec la formation de l'azotate de potasse. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la solution explicite de l'équation quadratique de Hamilton en quaternions ou en matrices du second ordre.* Note de M. Sylvester.

« Hamilton, dans ses *Lectures on quaternions* (p. 632), a fourni un moyen de résoudre l'équation (en quaternions ou en matrices binaires) de la

forme

$$x^2 - 2px + q = 0;$$

mais les circonstances les plus intéressantes de la solution ne se font pas voir dans sa méthode de traiter la question. Voici la manière analytique directe que nous employons pour obtenir x sous sa forme explicite.

» On suppose

$$x^2 - 2Bx + D = 0$$

l'équation identique pour x, où B et D sont des *scalars* à trouver.

» En combinant ces deux équations en x, on obtient

$$2x = (p - B)^{-1}(q - D),$$

et, en supposant que la *forme associée* à [1], p, q, c'est-à-dire le déterminant de $\lambda + \mu p + \nu q$, soit

$$\lambda^2 + 2b\lambda\mu + 2c\lambda\nu + d\mu^2 + 2e\mu\nu + f\nu^2,$$

on aura

$$4(d - 2bB + B^2)x^2 - 4(e - bD - cB + BD)x + f - 2cD + D^2 = 0.$$

» Conséquemment, en écrivant $u = B - b$, $v = D - c$,

$$d - b^2 = \alpha, \quad e - bc = \beta, \quad f - c^2 = \gamma,$$

et, en comparant cette équation avec l'équation donnée, on voit qu'on peut écrire

$$u^2 + \alpha = \lambda, \quad uv + \beta = 2\lambda(u + b), \quad v^2 + \gamma = 4\lambda(v + c).$$

De plus, puisque $p^2 - 2bp + d = 0$, on aura

$$x = \frac{(p + b - u)(q - c - v)}{2(b^2 - d - u^2)} = -\frac{(p + b - u)(q - c - v)}{2\lambda}.$$

» En éliminant u, v entre les trois équations qui les lient avec b, c, α, β, γ, on trouvera l'équation bien remarquable

$$e^{\lambda(2\delta_c - \delta_d)}.I = 0,$$

où I est le discriminant de la forme associée donnée plus haut, c'est-à-dire

$$I = \begin{vmatrix} 1 & b & c \\ b & d & e \\ c & e & f \end{vmatrix} = df + 2bce - c^2 - e^2 - df,$$

de sorte que la quantité exponentielle symbolique représente une fonction cubique et donne lieu à une équation cubique en λ.

» A chaque valeur de λ correspondent les deux valeurs $\pm\sqrt{\lambda-\alpha}$ de u et à chaque valeur de u (autre que $u=0$) correspondra la seule valeur $2\lambda+\frac{(2\lambda+c)b-e}{u}$ de v.

» Quand $u=0$, $\lambda=\alpha=d-b^2$, et l'équation

$$v^2-4\lambda v+\gamma-4\lambda c=0$$

a ses deux racines finies. Donc, quand $u=0$, il faut que $\frac{(2\lambda+c)b-e}{u}$ prenne la forme $\frac{0}{0}$, et à cette valeur de u (qu'on peut envisager comme deux valeurs de u réunies en une) correspondront pour v les deux valeurs données par l'équation quadratique ci-dessus.

» Ainsi l'on voit qu'en général x a trois paires de valeurs déterminées et qu'aucune de ces valeurs ne cesse d'être *actuelle* et *déterminée* que pour le seul cas où l'une des trois valeurs de λ est égale à zéro, c'est-à-dire où I, l'invariant de la *pleine* (¹) forme associée à (p, q), s'évanouit.

» Cela revient à dire que I est le critérium de la normalité de l'équation donnée.

» Si l'on regarde p et q comme des quaternions, on aura

$$b=\mathrm{V}p,\quad c=\mathrm{V}q,\quad d=\mathrm{T}p^2,\quad e=\mathrm{S}p\mathrm{S}q-\mathrm{S}(\mathrm{V}p\mathrm{V}q),\quad f=\mathrm{T}q^2.$$

» Il est bien digne de remarque que $4\mathrm{I}$ est identique avec $(pq-qp)^2$.

» On peut démontrer que, si p et q sont des matrices d'un ordre quelconque, les racines de l'équation $x^2-2px+q=0$ seront toujours (comme ici) associées en paires; car, si l'on écrit $x+x_1=2p$, on aura

$$x_1^2-2x_1p+q=0,$$

et conséquemment, si $p^\omega-\omega bp^{\omega-1}+\ldots=0$ est l'équation identique connue en p et $x^\omega-\omega\mathrm{B}x^{\omega-1}+\ldots=0$ l'équation identique à trouver en x, à chaque valeur de $\mathrm{B}-b$ correspondra une valeur égale de $b-\mathrm{B}$, c'est-à-dire que l'équation pour trouver B sera de la forme $\mathrm{F}(\mathrm{B}-b)^2=0$.

» En se servant de l'équation conjuguée (c'est-à-dire en x_1) dont la

(¹) Nous avons déjà défini la *forme associée* au *corps* $p, q, r, \ldots$. Par la *pleine* forme, on peut sous-entendre ce que devient la forme associée quand on adjoint au corps une matrice unitaire.

somme des racines sera évidemment la même que pour l'équation en x, on obtient immédiatement, dans le cas où p et q sont du second ordre, par le moyen de la formule

$$x = -\frac{(p+b-u)(q-c-v)}{2\lambda}$$

et de l'équation en λ, la valeur de Σx [1].

» Cette valeur sera $6[p+(2\delta_c-\delta_d)I^{\frac{1}{2}}]$, de sorte que la valeur moyenne d'une racine de l'équation $x^2-2px+q=0$ est p (la valeur moyenne pour le cas où p et q sont *scalars*), augmentée de $(2\delta_c-\delta_d)I^{\frac{1}{2}}$, où $I^{\frac{1}{2}}$ doit avoir le signe qui le rend égal à $\frac{1}{2}(pq-qp)$. De même on trouve

$$\Sigma x^2 = 2p\Sigma x - bq,$$

et ainsi la valeur moyenne de x^2 sera

$$2p^2 - q + (4\delta_c - 2\delta_d)I^{\frac{1}{2}}p,$$

et l'on peut trouver successivement, par la même méthode, la valeur moyenne d'une puissance quelconque de x. Les détails du calcul précédent, et encore d'autres propriétés de l'équation en x, seront donnés prochainement dans le *Quarterly mathematical Journal* ou quelque autre recueil mathématique. Ici on n'a voulu que produire les résultats principaux obtenus par notre méthode. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Cadoret adresse une nouvelle Note relative au mode d'extraction de la matière colorante de la paille.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

---

[1] On aura

$$\sum x = -\sum \frac{(p+b-u)(q-c-v)}{2\lambda},$$
$$\sum (2p-x) = -\sum \frac{(q-c-v)(p+b-u)}{2\lambda}.$$

On retranche une équation de l'autre, on substitue pour $\sum \frac{1}{\lambda}$ sa valeur tirée de l'équation cubique en λ, et on écrit $pq-qp=2I^{\frac{1}{2}}$.

M. **Goyet** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un projet de canal maritime de grande navigation, de l'océan Atlantique à la Méditerranée.

(Renvoi à l'examen de M. de Lesseps.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Rouen** invite l'Académie des Sciences à vouloir bien se faire représenter aux fêtes qui auront lieu à Rouen, à partir du 11 octobre, pour célébrer le deuxième centenaire de la mort de Pierre Corneille.

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte que la Science vient de faire, dans la personne de M. *Heer*, professeur à Vienne et Membre du Comité international des Poids et Mesures.

M. Heer a été, dans la Commission internationale du Mètre, dans la Conférence diplomatique de 1875, et enfin dans le Comité international des Poids et Mesures, l'un des Membres qui ont le plus contribué, par des connaissances étendues et approfondies, par un esprit élevé et pratique, à la réforme des poids et mesures, et en particulier à la fondation et à l'organisation du Bureau international. Il s'était acquis l'affection et le respect de tous ceux auxquels il a été donné de le connaître et de l'apprécier.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le *Codex medicamentarius*, publié en 1884. Pharmacopée française, rédigée par ordre du Gouvernement;

2° Le tome Ier du « Cours de Mécanique de M. *Despeyrous*, ancien professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse », avec des Notes de M. *G. Darboux*, Membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris;

3° Une brochure de M. *Em. Reynier*, intitulée : « Les accumulateurs électriques, étudiés au point de vue industriel ». (Extrait des *Mémoires de la Société des Ingénieurs civils*.)

ASTRONOMIE. — *Résultats de l'observation de l'éclipse de Lune du 4 octobre 1884, faites à l'observatoire de Paris (équatorial coudé)* par M. **Périgaud**. (Présentés par M. Mouchez.)

	Temps moyen de Paris.	
	h m s	
Entrée dans l'ombre................	8.25.26	(grande incertitude)
Commencement de l'éclipse totale......	9.29.2	
Fin de l'éclipse totale.	10.58.5	
Sortie de l'ombre.....................	11.58.7	

Occultations d'étoiles.

Numéros des étoiles de Struve.	Immersion.	Émersion.
	h m s	h m s
85................	9.34. 4,8	
61................	»	9.35.38,5
82................	9.38.26,0	»
81................	9.40.19,8	»
63................	»	9.47.57,5
94................	10.13.52,7	»
82................	»	10.18.11,0
95................	10.19.54,3	»
85................	»	10.39.24,0 (¹)

» Des nuages assez épais n'ont cessé de sillonner le ciel pendant toute la durée de l'éclipse, interceptant par intervalles le phénomène et la plupart des occultations. »

ASTRONOMIE. — *Éclipse de Lune du 4 octobre 1884; équatorial de la tour de l'Ouest de l'observatoire de Paris (ouverture* $0^m,31$; *grossissement, 95)*; par M. G. **Bigourdan**. (Note présentée par M. Mouchez.)

« Je me suis proposé spécialement d'observer les occultations d'étoiles calculées à l'observatoire de Poulkova en vue d'une détermination plus précise du diamètre de la Lune. Les nuages ont contrarié l'observation presque continuellement jusque vers l'heure où a commencé l'éclipse totale; cependant j'ai pu mesurer l'angle de position du point d'entrée dans

(¹) A travers les nuages.

l'ombre. Une longue éclaircie, qui a commencé vers $8^h 10^m$, temps moyen, m'a permis de mesurer l'angle de position du point d'entrée totale dans l'ombre et d'observer toutes les occultations (au nombre de 11, immersions et émersions) jusqu'à $10^h 20^m$ temps moyen; mais les 7 qui restaient encore à observer jusqu'à la fin de l'éclipse totale ont été dérobées par les nuages. Les éclaircies survenues après cette phase, c'est-à-dire quand déjà une partie de la Lune était sortie de l'ombre, ont seulement permis de constater que toutes les étoiles voisines étaient effacées par l'éclat de la portion éclairée de la Lune : il n'a été possible d'apercevoir aucune d'elles à leur émersion ni après.

» Quand une petite partie de la Lune a été entrée dans l'ombre, le bord éclipsé, à partir d'une faible distance (2′ à 3′) de la ligne de séparation d'ombre et de lumière, était complètement invisible, et j'ai craint alors de ne savoir où attendre les étoiles au moment de leur émersion. Mais, quelque temps avant l'entrée totale dans l'ombre, l'éclat de la partie restante de la Lune n'a plus été suffisant pour effacer le bord, qui alors est devenu visible et l'est resté pendant toute la durée de l'éclipse totale; à la réapparition le même phénomène a eu lieu en sens inverse.

» A l'œil nu la Lune paraissait, pendant l'éclipse totale, comme une belle nébuleuse ronde de 20′ de diamètre au plus; dans la lunette elle s'apercevait comme par la lumière cendrée vers le deuxième ou le troisième jour de la Lune et l'on pouvait suivre jusque sur son bord les étoiles de la douzième grandeur ou même plus faibles ; mais le moment de leur disparition était difficile à observer exactement. Quant aux étoiles de dixième et onzième grandeur, leur émersion comme leur immersion s'observaient facilement et avec une erreur qui, pour les immersions, m'a paru inférieure à $\frac{3}{10}$ ou $\frac{4}{10}$ de seconde. J'ai toujours vu ces étoiles pénétrer pendant quelques instants sur le disque de la Lune avant de disparaître; à l'émersion, j'ai également vu plusieurs d'entre elles reparaître sur le disque.

Numéros.	Phase.	Heure (temps de la pendule).	Temps moyen de Paris.
		h m s	h m s
62.............	Émersion	22.21.10,0	9.25.18,0
85.............	Immersion	22.29.58,0	9.34. 4,6
61.............	Émersion	22.31.29,8	9.35.36,1
82.............	Immersion	22.34.19,8	9.38.25,7
81.............	»	22.36.13,9	9.40.19,5
69.............	Émersion	22.39.11,1	9.43.16,2
63.............	»	22.43.52,0	9.47.56,3

Numéros.	Phase.	Heure (temps de la pendule). h m s	Temps moyen de Paris. h m s
74.............	Émersion	22.49.59,6	9.54. 2,9
Anonyme........	Immersion	23. 4.14,0	10. 8.15,0
94.............	»	23. 9.52,0	10.13.52,0
82.............	Émersion	23.14.11,2	10.18.10,5
95.............	Immersion	23.15.56,4	10.19.55,5

» Les nombres de la troisième colonne sont ceux obtenus directement pour l'observation, en temps de la pendule, dont la correction était $-0^m 1^s,7$ (valeur provisoire, mais déjà très approchée); la quatrième renferme l'heure du phénomène, en temps moyen de Paris.

» L'émersion de l'étoile n° 69 m'a paru n'être pas tout à fait instantanée.

» L'immersion de l'anonyme a eu lieu par 53° d'angle de position; elle est d'ailleurs incertaine, à cause de la faiblesse de cette étoile (douzième grandeur). »

ASTRONOMIE. — *Eclipse de Lune du 4 octobre 1884.* Observation de M. **Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« J'ai profité de mon passage par Paris pour observer les principales circonstances physiques de l'éclipse totale du 4 octobre avec un des équatoriaux de $0^m,25$ de l'observatoire de Paris et un spectroscope à vision directe.

» La pénombre est restée invisible jusqu'à $8^h 20^m$ environ. A ce moment, on peut constater un assombrissement assez marqué. A $8^h 40^m$, l'ombre étant déjà très avancée sur le disque de la Lune, j'examine à la lunette les environs de la ligne de séparation d'ombre et de lumière. Le contour de l'ombre est légèrement estompé avec une teinte rouge, que je m'attendais à trouver beaucoup plus intense; le bord éclairé de la Lune se prolonge dans l'ombre à une très faible distance, 2′ à 3′ d'arc seulement, de la ligne de séparation; en dehors de là, il est impossible d'apercevoir le bord de la Lune à travers l'ombre.

» De $8^h 50^m$ jusqu'à l'approche de la totalité, j'examine le spectre de l'éclipse. La fente du spectroscope étant normale au contour de l'ombre, on constate, dans la partie estompée, une absorption continue depuis le violet jusqu'à l'orangé; le rouge et l'orangé se voient encore, quoique faibles, mais on n'aperçoit plus de raies; de l'orangé au violet le spectre

est tout à fait comparable à celui du noyau d'une comète faible; on n'y distingue pas les couleurs; l'ensemble présente une teinte indécise, où le bleu paraît dominer cependant.

» A $9^h 15^m$, on commence seulement à apercevoir le disque de la Lune à travers l'ombre; mais, à partir de cet instant, l'illumination du disque augmente avec rapidité; trois minutes plus tard, on voit nettement tout le contour de la partie éclipsée, mais on remarque en même temps que la teinte rouge du contour de l'ombre s'affaiblit de plus en plus. Bien que l'ombre soit alors assez transparente pour montrer, avec une certaine netteté, les détails principaux de la surface de la Lune, la lumière est cependant trop faible pour que l'on puisse voir avec certitude les raies de son spectre et pour qu'on puisse marquer les limites des bandes d'absorption.

» J'ai noté à $9^h 29^m 37^s$, temps moyen de Paris, le commencement de l'éclipse totale; cette phase est la seule qui m'ait paru susceptible d'une détermination assez précise. J'évalue l'approximation à $\pm 30^s$, de sorte que l'incertitude ne dépasserait pas une minute. La sortie de l'ombre a eu lieu vers $12^h 0^m$, mais ici l'incertitude est au moins double. Elle doit être plus grande encore pour la réapparition de la lumière qui, du reste, n'a pu être observée qu'à travers les nuages.

» Au point de vue physique, le fait caractéristique de la totalité dans cette éclipse m'a paru être l'uniformité complète et, pour moi, tout à fait inattendue de la teinte pâle, mais décidément bleue que le disque de la Lune a présentée dans toutes ses parties.

» Je n'étais pas préparé à l'observation des occultations d'étoiles calculées par l'observatoire de Poulkova en vue d'une détermination précise du diamètre de la Lune. J'en ai cependant observé deux, afin de me rendre compte du degré de précision sur lequel on pouvait compter, et je crois pouvoir dire que l'incertitude n'atteint pas une seconde de temps, au moins pour les étoiles de la grandeur 9 ou 10. Cette opinion s'accorde avec celle des astronomes qui se sont plus particulièrement occupés des occultations d'étoiles pendant cette éclipse. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf, faites à l'observatoire d'Alger (télescope de $0^m,50$); par* M. **Rambaud**. (Communiquées par M. Mouchez.)

Dates 1884.	Étoiles de comparaison.	Grandeurs.	Ascension droite ✱ — ★.	Déclinaison ✱ — ★.
			m s	′ ″
Sept. 26........	*a* 4698 B.D. + 19°.	9,5	— 0.15,07	+ 7.32,1
27........	*b* 4704 B.D. + 19°.	9,4	— 0.14,63	— 5. 9,8
28........	*c* 4798 B.D. + 18°.	9,2	— 2.31,03	+ 4.52,6
29........	*d* 9198 Rumker.	»	— 1.58,19	— 0. 5,6

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.	Étoiles de compar.	Ascension droite moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1884,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Sept. 26....	*a*	21.18.48,71	+3,36	+19.34.21,0	+30,1	Bonn., t. VI.
27....	*b*	21.19.30,30	+3,35	+19.19.05,5	+30,2	B.D.
28....	*c*	21.22.33,50	+3,36	+18.39.57,1	+30,1	Bonn., t. VI.
29....	*d*	21.22.48,09	+3,34	+18.16.45,8	+30,1	Rumker.

Positions apparentes de la comète.

Dates 1884.	Temps moyen d'Alger.	Ascens. droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
	h m s	h m s		° ′ ″		
Sept. 26.....	9.37.25,0	21.18.37,00	$\bar{1}$,005	+19.42.23,2	0,418	9:10
27.....	9.16.07,9	21.19.19,00	$\bar{2}$,725	+19.14.26	0,423	25:26
28.....	10. 7.49,8	21.20.05,83	$\bar{1}$,233	+18.45.19,8	0,455	18:20
29.....	9.36.33,0	21.20.53,24	$\bar{1}$,042	+18.17.10,3	0,452	4:4

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète, faites à l'observatoire de Nice*. Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye.

Dates. 1884.	Étoiles.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.	Observateur.
		h m s	h m s		° ′ ″			
Sept. 24......	1	10.36. 4	21.17.22,34	+$\bar{1}$,196	69.23. 5,0	—0,558	5	Perrotin.
25......	2	7.38.52	21.17.55,24	—$\bar{1}$,192	69.47.12,6	—0,566	6	Charlois.
26......	3	7.38.48	21.18.34,52	—$\bar{1}$,173	70.15. 1,7	—0,572	7	»

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1884,0.

Étoiles	Noms.	Autorité.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1..........	41850 Lalande.	Lalande.	21.24.52,99	+3,43	69.16.59,7	−30,1
2..........	Weisse, Hora XXI.	Weisse.	21.21.18,23	+3,39	69.47.14,1	−30,1
3..........	Id.	Id.	21.22.31,08	+3,38	70.23.41,3	−30,1

» *Nota.* — L'éclat de la comète est celui d'une étoile de 7ᵉ ou 8ᵉ grandeur. Son noyau nettement défini, circulaire, de 8″ environ de diamètre, rappelle par son aspect la planète Uranus. La queue, de 1′ d'arc de longueur, est dirigée dans l'angle de position de 165°.

» Au spectroscope, le noyau donne un brillant spectre continu, traversé par les trois bandes ordinaires des comètes. Ces bandes se voient difficilement en dehors du noyau.

» J'ai vu en outre, par moments, une quatrième bande dans le violet que nous avions aperçue, il y a quelques mois, M. Thollon et moi, dans le spectre de la comète Pons-Brooks. »

ASTRONOMIE. — *Observations des taches et des facules solaires, pendant le troisième trimestre* 1884. Lettre de M. TACCHINI à M. le Président.

« Rome, 2 octobre 1884.

» Pendant le troisième trimestre 1884, le nombre des jours d'observations a été 84 pour les taches et les facules solaires, savoir 30 en juillet, 29 en août, et 25 en septembre. Voici les résultats :

	Fréquence		Grandeur relative		Nombre des groupes de taches par jour.
	relative des taches.	des jours sans taches.	des taches.	des facules.	
Juillet.........	21,16	0,00	50,63	60,70	4,57
Août..........	20,76	0,00	52,20	57,07	5,17
Septembre......	20,12	0,00	75,96	75,00	5,04

» En comparant ces nombres avec ceux du trimestre précédent, on voit qu'en juin s'est manifesté un minimum secondaire dans le nombre et la grandeur des taches, et qu'ensuite, c'est-à-dire pendant le troisième trimestre, le phénomène des taches et facules solaires s'est conservé presque constant. Les facules et le nombre des groupes des taches par jour pré-

sentent également une diminution, par rapport aux résultats obtenus pour le trimestre précédent ([1]). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les couronnes solaires observées à Rome pendant les mois derniers.* Lettre de M. **P. Tacchini** à M. le Président.

« Rome, 4 octobre 1884.

« Après les Notes publiées par MM. Thollon, Forel et Cornu sur les couronnes solaires, je ne crois pas sans intérêt d'ajouter quelques mots sur la visibilité du phénomène à Rome. Depuis le mois de novembre 1883, c'est-à-dire depuis le commencement des magnifiques et mystérieux crépuscules qui ont été observés, jusqu'à aujourd'hui même, on a presque toujours observé à Rome la grande couronne ou arc autour du Soleil, peu avant son coucher. Le phénomène a été exactement, et est aujourd'hui encore, tel que l'a décrit M. Cornu. La couronne est concentrique au Soleil, quand l'astre est assez élevé au-dessus de l'horizon; au contraire, lorsque le Soleil s'abaisse, la partie inférieure de la couronne s'élargit et le Soleil se déplace peu à peu par rapport au centre de l'espace brillant intérieur. La teinte de l'arc extérieur est alors grisâtre, tandis que, un peu avant ou après midi, la couleur est d'un rouge de cuivre. Quelquefois nous avons vu le Soleil sortir même de la région blanche avant de se coucher; c'est ce qui s'est produit, par exemple, le 15 mars.

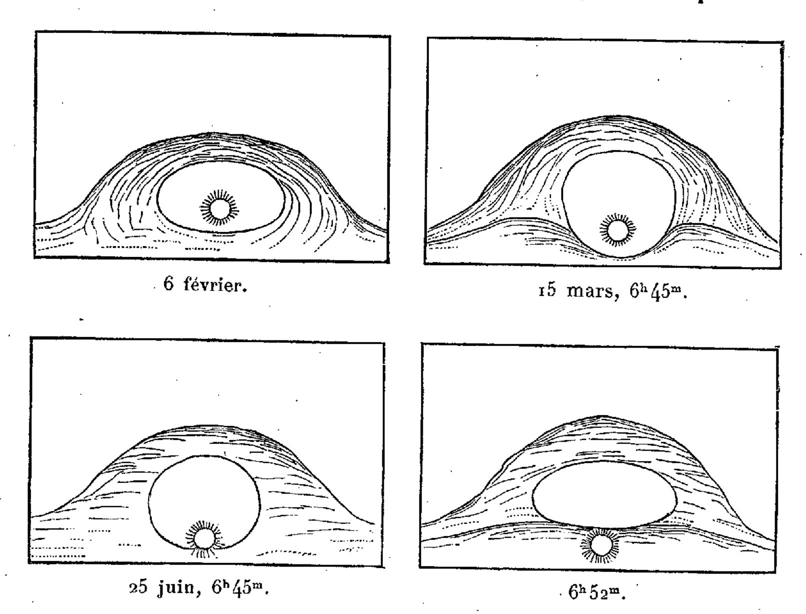
» La première fois que j'ai mesuré l'amplitude de la couronne, le 13 mars, j'ai trouvé pour le rayon 18°, dont 7° pour la partie brillante, 11° pour la partie extérieure : mais le Soleil était trop bas. Le 20 avril, à 1^h après midi, j'ai obtenu 10°; le 20 juin, j'ai répété la détermination par un ciel encore très pur et avec le Soleil assez élevé, à 9^h : j'ai trouvé pour le rayon de la couronne 15°50′, dont 9°10′ pour la région centrale et 6°40′ pour l'anneau rougeâtre extérieur.

» Ci-joints quelques dessins du grand arc peu avant le coucher du Soleil.

» Comme les crépuscules les plus extraordinaires se sont produits à Rome seulement après le coucher du Soleil, et jamais avant son lever, le grand arc, bien défini à l'horizon, a été vu à l'ouest et non à l'est.

([1]) Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, 8 septembre 1884), on a oublié dans la dernière colonne les mots *des groupes;* on doit lire *nombre des groupes de taches par jour.*

» On peut en dire autant de la lueur rouge violet qui se manifeste après la disparition du grand arc. Si l'on remarque que, pendant l'été, ces phénomènes ont présenté une diminution considérable; que le vent du nord, par exemple, a été capable de les faire disparaître, tandis que le ciel était



6 février. — 15 mars, 6^h45^m. — 25 juin, 6^h45^m. — 6^h52^m.

devenu plus clair, et si l'on considère qu'aujourd'hui le rouge est plus étendu et plus marqué le soir, on en doit conclure que, dans le phénomène des couronnes solaires, les conditions météorologiques jouent le rôle principal. Il sera intéressant de voir comment se comporteront les phénomènes pendant les mois prochains. »

CHIMIE. — *Action de l'eau et de l'acide azotique sur l'azotate basique de bioxyde de tellure;* par MM. **Klein** et **J. Morel**.

« L'action de l'eau sur l'azotate basique de bioxyde de tellure explique, de même qu'une partie de ses circonstances de production, comment il se fait que ce corps, quoique d'une préparation très facile, ait passé pendant si longtemps inaperçu.

» A froid, l'azotate basique de bioxyde de tellure est lentement décomposé par l'eau, dans laquelle il est insoluble; il se forme de l'anhydride tellureux, en lamelles rectangulaires, et l'eau enlève de l'acide azotique et une très faible quantité d'anhydride tellureux. Si l'on vient à chauffer, la

décomposition est *presque instantanée*, la solution devient fortement acide, la majeure partie du bioxyde de tellure reste sous forme d'anhydride tellureux, cristallisé en octaèdres microscopiques.

» Voici une des expériences que nous avons faites à ce sujet :

» $1^{gr},698$ du sel en question ayant été mis dans 20^{cc} d'eau, le liquide a été porté à l'ébullition. On a ensuite filtré sur un filtre taré, lavé le dépôt sur le filtre à l'eau distillée.

» La solution a été filtrée, évaporée; le résidu, formé d'une trace d'azotate basique de bioxyde de tellure, a été calciné et pesé : on a ainsi trouvé un poids de $0^{gr},15$ d'anhydride tellureux.

» L'anhydride tellureux restant insoluble a été pesé après dessiccation : on a trouvé ainsi un poids de $1^{gr},400$ d'anhydride; soit $1^{gr},415$ comme poids total. Une pesée précédente avait donné $1^{gr},423$; mais, la décomposition n'étant pas tout à fait complète, un lavage à l'eau bouillante a suffi pour la terminer presque entièrement.

» Si l'on place de l'azotate basique de bioxyde de tellure sur un filtre, qu'on l'imbibe d'eau et que l'on dessèche le tout à l'étuve, on trouve, après dessiccation complète, que la plus grande partie de l'azotate est transformée en octaèdres d'anhydride tellureux : l'acide azotique s'est dégagé pendant la dessiccation.

» Cela nous fait comprendre que l'on ait admis pendant longtemps que l'anhydride tellureux se dissout dans l'eau : on indique l'anhydride tellureux comme un peu soluble dans l'eau et ne rougissant pas le tournesol. Or, à froid, l'azotate tellureux n'agit qu'au bout de plusieurs heures sur le tournesol humide, et nous avons vu que, dans sa décomposition, une petite quantité d'anhydride tellureux se dissout, grâce à la présence de l'acide azotique enlevé.

» L'azotate basique de bioxyde de tellure se dissout dans l'acide azotique, et cristallise très bien par concentration à chaud et refroidissement. Il paraît être beaucoup plus soluble dans l'acide azotique étendu que dans l'acide azotique concentré.

» *Exemple.* — 1° $2^{gr},980$ du sel se dissolvent dans 105^{cc} d'acide de densité 1,10 à la température de 100°. La solution est alors saturée, aussi bien à chaud qu'à froid.

» 2° 120^{cc} d'acide azotique de densité 1,35 dissolvent à chaud 3^{gr} d'azotate (à 114° environ). A froid, la majeure partie du sel se dépose, et 120^{cc} d'acide n'en dissolvent plus que $1^{gr},800$ à 22°.

» Nous avons étudié la manière dont se comportent les solutions azotiques d'azotate basique de bioxyde de tellure en présence d'un excès d'eau.

» Ces solutions, dans des acides de densité 1,10 à 1,40, sont stables à

toute température, et ne déposent jamais d'anhydride tellureux, soit par l'action de la chaleur, soit spontanément sous celle du temps.

» Les solutions dans un acide de densité voisine de 1,35 sont très stables en présence de l'eau : elles ne se décomposent jamais, quel que soit le volume d'eau ajouté (du moins tant que le volume d'eau n'est pas supérieur à 1^{lit} pour 10^{cc} de solution).

» La solution de l'azotate dans l'acide azotique de densité 1,10 est décomposée par l'eau d'autant plus rapidement que la dilution est plus grande ; il se dépose de l'anhydride tellureux.

» La limite de stabilité paraît être atteinte, quand l'eau et la solution sont dans les proportions respectives de 50^{cc} de la première pour 10^{cc} de la seconde. Alors le dépôt d'anhydre tellureux ne se forme qu'avec une excessive lenteur. Avec une proportion d'eau moindre, il ne se forme pas de dépôt, même au bout de plusieurs jours.

» L'anhydride tellureux qui se dépose des solutions azotiques diluées d'une grande quantité d'eau est en cristaux de forme incompatible avec la forme octaédrique déjà observée. Peut-être avons-nous là un cas de dimorphisme.

» En somme, on voit que l'azotate basique de bioxyde de tellure se comporte à peu près comme les azotates décomposables par l'eau déjà connus (celui de bismuth, notamment) : cependant il ne se forme pas de sous-sel basique ou d'hydrate d'oxyde, mais de l'anhydride tellureux. Il en est de même pour le sulfate basique $(TeO^2)^2, SO^3$: il se décompose en présence d'une assez faible quantité d'eau, et il reste de l'anhydride tellureux cristallisé. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Etude expérimentale sur l'ostéomyélite infectieuse*. Note de M. **A. Rodet**, présentée par M. Bouley.

« L'ostéomyélite infectieuse est-elle due à un microbe, et ce microbe est-il spécifique?

» Les travaux publiés en Allemagne par Rosenbach, Becker, Fedor Krause n'entraînent pas la conviction sur ce point. Ces observateurs ont étudié le micrococcus qui se rencontre dans le pus de l'ostéomyélite, et qu'ils caractérisent par la couleur orangée des cultures qu'il donne sur les milieux nutritifs solides. Ils ont montré que ce microbe, injecté dans le sang d'un animal auquel on fait une fracture ou une contusion d'un os, détermine la suppuration de la partie traumatisée (Becker, Krause); qu'il

se localise, en outre, en l'absence de traumatisme, dans les muscles, les articulations et les reins (Krause), et qu'il détermine la suppuration de ces organes. Krause a, il est vrai, retrouvé le micrococcus, après une injection intra-veineuse, dans la moelle de quelques os non traumatisés; mais il ne ressort pas de ces travaux que le microbe soit avant tout un générateur d'ostéite; et, bien au contraire, leurs résultats se résument en une grande prédominance des lésions musculaires, articulaires et rénales sur les lésions osseuses. De tels processus diffèrent assez de celui de la maladie humaine pour laisser dans le doute le rôle du micrococcus dans la pathogénie de l'ostéomyélite infectieuse, la production expérimentale d'une maladie identique ou analogue à celle de l'homme étant strictement nécessaire pour démontrer la spécificité de cet agent.

» Les expériences que j'ai faites au Laboratoire de Médecine expérimentale et comparée de la Faculté de Lyon me paraissent démonstratives en ce sens. J'ai obtenu, chez des lapins, par l'injection de cultures, des lésions graves d'ostéite. Le microbe cultivé est un micrococcus; il possède une couleur jaune orangé, qui se manifeste surtout dans les cultures sur milieux solides. Il se cultive très bien dans les bouillons; mes expériences ont été faites avec des cultures dans du bouillon de poulet. Pour obtenir tous les effets du microbe, il est nécessaire d'agir par injections intra-veineuses. Les lésions varient avec la virulence du produit employé et sans doute aussi avec le degré de résistance des animaux.

» Dans les cas très aigus, où la mort survient deux ou trois jours après l'injection, on observe: des lésions nettement périostiques, caractérisées par de petits points d'épaississement du périoste, souvent groupés en foyer de quelques millimètres et localisés sur la diaphyse des os longs, ordinairement près du cartilage juxta-épiphysaire; de la congestion veineuse autour des extrémités osseuses, et souvent, en décollant le périoste sur la partie juxta-épiphysaire de la diaphyse, la surface de l'os un peu plus friable et poreuse qu'à l'état normal. En outre, de petites taches blanches, sortes d'abcès miliaires caséeux, se montrent dans les muscles (de préférence ceux des membres et de la paroi abdominale, les intercostaux), parfois aussi dans le diaphragme et le myocarde; les reins présentent des foyers de congestion et des traînées jaunâtres qui suivent la direction des tubes.

» Malgré le grand intérêt de la localisation périostique évidente, ces cas ne sont pas suffisamment démonstratifs, en raison de la multiplicité des localisations. Les cas à évolution un peu moins rapide sont beaucoup plus probants; le microbe, soit du fait d'une virulence atténuée, soit en

raison d'une plus grande résistance des animaux, restreint ses localisations et lèse le tissu osseux, sinon exclusivement, du moins d'une façon très prédominante, montrant ainsi que celui-ci est son terrain de prédilection. On trouve alors dans les os longs des membres des lésions d'ostéite bien caractérisée. C'est parfois simplement de la raréfaction et de la friabilité du tissu, dont le périoste qu'on essaye de décoller arrache des parcelles en laissant à nu une surface très inégale; c'est souvent une friabilité plus grande qui permet de pénétrer sans effort jusqu'au canal médullaire; ce sont enfin, dans les cas les plus graves, de la suppuration, des pertes de substance, de la désagrégation du tissu en une bouillie de pus caséeux et de séquestres minuscules, et même des séquestres vrais entourés d'une petite couche de pus qui les mobilise. Sur la coupe de la partie malade, on peut voir disséminées de petites taches dont la couleur orangée rappelle tout à fait celle que le microbe présente dans les cultures.

» La localisation de ces lésions est remarquable : elles siègent toujours à l'extrémité des diaphyses dans la région juxta-épiphysaire; elles sont contiguës au cartilage de conjugaison qui les limite et paraît leur opposer une barrière en restant lui-même sain. Je n'ai jamais trouvé les épiphyses malades, non plus que les cartilages d'encroûtement; et, lorsque les articulations contiennent du pus, c'est que celui-ci y est versé par un point d'ostéite intra-synovial, quoique diaphysaire. Les lieux d'élection de ces lésions sont l'extrémité supérieure de l'humérus, l'extrémité inférieure du fémur, et l'extrémité supérieure du tibia.

» Ces lésions ont été produites par le micrococcus cultivé jusqu'à la treizième génération; elles ont, dans tous les cas, été obtenues sans être provoquées par aucun traumatisme.

» En résumé, le microbe qu'on trouve dans le pus de l'ostéomyélite infectieuse, disséminé dans tout l'organisme du lapin par injection intraveineuse, et libre par conséquent de choisir son terrain de prédilection, montre une préférence marquée pour les os, spécialement pour les parties de plus rapide accroissement; il y détermine des lésions d'ostéite juxta-épiphysaire nécrosique et suppurée, dont l'analogie avec celles de la maladie humaine permet d'affirmer son rôle d'agent spécifique de cette dernière.

» L'histoire de ce microbe présente d'autres points intéressants; mais, outre que ceux-ci sont encore à l'étude, j'ai voulu seulement appeler l'attention de l'Académie sur le fait démonstratif de la production expérimentale d'une maladie comparable à l'ostéomyélite infectieuse. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur l'élimination de l'acide phosphorique par l'urine, dans l'aliénation mentale et l'épilepsie.* Note de M. A. LAILLER.

« Après avoir entretenu l'Académie, le 4 et le 11 août dernier, du rôle biologique de l'acide phosphorique, M. A. Mairet a fait connaître, le 18 août, les résultats de ses recherches sur l'élimination de l'acide phosphorique et de l'azote dans certaines maladies fonctionnelles du système nerveux : l'aliénation mentale et l'épilepsie.

» En 1876, j'ai présenté à la Société médico-psychologique un Mémoire résumant les recherches que j'ai faites, pendant plusieurs années, sur l'urine des aliénés. A défaut d'autres titres, ce travail avait celui d'avoir été exécuté dans un asile d'aliénés (service des hommes), dont la population s'élève au chiffre de sept cents malades, et d'être le résultat de plusieurs centaines d'analyses. J'ajoute que, résidant dans l'asile, assistant tous les jours à la visite, j'ai pu suivre les sujets dont j'examinais l'urine, me renseigner d'une manière précise sur leur alimentation, leur état physique et psychique, leur manière d'être; suivre les modifications que subissait leur délire, et, dans certains cas, celles qui étaient la résultante de leur retour à la santé.

» Les résultats que j'ai obtenus ont une grande conformité avec ceux de M. A. Mairet, et j'ai pensé que l'Académie accueillerait avec intérêt les conclusions suivantes, qui expriment en peu de mots ce que j'ai observé dans une longue pratique :

» 1° Dans le délire aigu, dans la manie aiguë, il y a élimination, en excès notable, d'acide phosphorique et d'urée.

» 2° Dans la manie avec excitation, l'élimination de l'acide phosphorique est en léger excès; celle de l'urée est normale.

» 3° Dans la manie simple, l'urine est à l'état physiologique.

» 4° Dans la lypémanie à l'état aigu ou avec excitation, il y a exagération notable dans l'élimination de l'urée, et exagération restreinte dans l'élimination de l'acide phosphorique.

» 5° Dans la lypémanie sans agitation, les doses d'acide phosphorique et d'urée éliminées ne s'écartent pas des doses physiologiques.

» 6° Dans la paralysie générale, l'excrétion de l'acide phosphorique et de l'urée est en rapport avec les états morbides si multiples que revêt cette forme d'aliénation mentale.

» 7° Dans l'épilepsie, l'urine, au moment des crises, ou immédiatement

après, contient une proportion d'acide phosphorique sensiblement supérieure à la moyenne, et une proportion faible d'urée; lorsque les crises se succèdent rapidement, il y a exagération d'acide phosphorique et d'urée; dans l'intervalle des crises, l'urine est normale. »

GÉOLOGIE. — *Observations géologiques sur le passage des Cordillères par l'isthme de Panama.* Note de M. Ch. Mano, communiquée par M. de Lesseps. (Extrait.)

« Une étude géognosique attentive, que je viens de faire sur le parcours du canal, m'a prouvé que les arêtes (appartenant au système des Andes occidentales) qui accompagnent dans tout leur trajet la double courbe formée par l'isthme, sont d'un âge géologique beaucoup plus récent que celui qu'on doit attribuer aux *Syenitas, Serpentinas* du Choco et d'Antioquia d'où ces arêtes proviennent, et aux diorites, porphyres pyroxéneux et volcaniques des montagnes du littoral de Costa Rica, dont le système suit la ligne au nord jusqu'à la mer polaire. Et ce n'est pas en changeant leur nom d'origine en celui de *monts rocheux* ou *pierreux*, que ces montagnes cessent de constituer la continuation de l'immense *Cordillère andine* qu'un illustre naturaliste a appelée très justement l'*épine dorsale du globe terrestre*.

» Il en est absolument de même relativement aux stratifications sédimentaires qui couvrent plusieurs versants et qui viennent constituer également, sur presque toute l'étendue de la terre panaméenne, le pied de cette même partie de Cordillère.

» Sauf quelques parcelles de terrains cristallins et de sédiments plus ou moins anciens qui se trouvent à la Boca de Rio-Grande, à San-Pablo, au bas Obispo et au haut Chagres, toute la superficie de la partie de l'isthme qui s'étend entre Panama et Colon présente des sédiments évidemment post-quaternaires et modernes.

» Les fossiles de ces sédiments, même sur quelques-uns des points les plus éloignés des deux littoraux, représentent des mollusques qui vivent spécifiquement encore, soit dans l'une, soit dans l'autre des deux mers, et parfois dans les deux à la fois. Certaines espèces sont si évidemment nouvelles qu'elles n'ont pas encore eu le temps de devenir fossiles, dans le sens rigoureux qu'on donne à ce mot.

» Ces fossiles constituent des variétés irisées et nacrées (Oreilles de mer du Pacifique) qui embellissent certains cabinets modernes d'Histoire naturelle; de *Pholadées*, singuliers excavateurs de tunnels, de puits et de galeries

qui se trouvent encore ensevelis dans les roches sablonneuses et pointues qu'ils sont arrivés à perforer; des *Cypridées*, rivales des plus habiles ouvriers en porcelaine de Sèvres, etc., etc. Toutes ces espèces, je le répète, vivent à la présente période géologique et sont, en majeure partie, spécifiquement communes aux deux mers.

» Quelques points, où les ravages des éruptions volcaniques ont fait disparaître complètement toute trace d'organisme, forment, comme à Gorgona et à San-Pablo, une exception à cette règle générale de la paléontologie panaméenne. Cependant, j'ai constaté d'une manière indubitable (et j'en ai des spécimens en mon pouvoir) l'existence de *Pectènes* évidemment modernes dans un *tuf* volcanique des environs d'Emperador.

» Et, pour plus de clarté, près d'un gisement de basalte destiné à constituer une belle carrière de pierres de taille, il y a une coulée de ce basalte qui couvre positivement une faible croûte d'argile sablonneuse, qui cache, à peu de pouces de profondeur, des coquilles fossiles ou semi-fossiles identiques à celles que je viens de mentionner.

» En outre, des ressemblances indéniables de composition et des similitudes caractéristiques de *facies* fournissent beaucoup de motifs plausibles pour croire que les matières éruptives, qui forment aujourd'hui la partie plutonique des roches de l'isthme, sont à vue d'œil contemporaines du terrain volcanique si renommé de l'Auvergne, déjections quaternaires ou de l'aurore de la période présente, où l'on a trouvé des os humains fossilisés.

» Le sauvage grossier, peut-être l'Atlante des temps primitifs, a-t-il pu, alors, voir l'isthme de Panama avec une ouverture semblable à celle que nous verrons bientôt, grâce au pouvoir de la Science et de l'Industrie humaine?

» Celui qui aurait visité l'isthme il y a quelques années et qui le reverrait aujourd'hui serait bien certain de ne pas le reconnaître.

» Là où le chemin de fer de l'isthme semblait se faire un passage difficile à travers la forêt vierge, là où, des deux côtés de la voie solitaire, on n'apercevait que des marais méphitiques, là où, en gravissant les versants de la Cordillère, la végétation devenait plus touffue et le bois plus enchevêtré et plus impénétrable : sur tous ces points déserts et abandonnés hier, règne aujourd'hui la vie exubérante et le mouvement fébrile.

» On peut dire actuellement que le trajet qui sépare Panama de Colon (Aspinwall) est mouvementé par une série non interrompue d'ateliers, de villes, de villages et hameaux, où s'agite une collectivité cosmopolite qui augmente tous les jours dans des proportions surprenantes. »

M. L. Jaubert adresse une Note sur l'observation de l'éclipse de Lune du 4 octobre, faite à l'observatoire du Trocadéro.

M. A. Arnaudeau adresse la description d'un « Instrument de précision, pour mesurer un angle dans un plan vertical, une des branches de l'angle restant toujours horizontale. »

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 septembre 1884.

Etudes philosophiques; par le général Noizet. Paris, H. Plon, 1864; 2 vol. in-8°.

Histoire des Sciences mathématiques et physiques; par M. Max. Marie; t. V : *de Huygens à Newton*. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

Recherches expérimentales sur la dessiccation artificielle du bois; par A. Marcus. Metz, imp. Boutillot, 1884; br. in-8°.

Emploi du sulfure de carbone contre le Phylloxera; par G. Gastine et G. Couanon. Paris, Masson; Bordeaux, Féret, 1884; in-8°.

De la diathèse urique et de son action dans la cavité buccale; *par* M. P. Poinsot. Amiens, imp. Jeunet, 1884; br. in-8°.

A. Genocchi. *Calcolo differenziale e principii di Calcolo integrale*, pubblicato con aggiunte dal Dr G. Peano. Roma, Torino, Firenze, Bocca, 1884; in-8°.

Proceedings of the american philosophical Society, held at Philadelphia; vol. XXI, nos 114-115. Philadelphia, 1884; 2 liv. in-8°.

Bulletin of the philosophical Society of Washington; vol. VI. Washington, 1884; in-8°.

Report on the scientific results of the voyage of H.-M.-S. Challenger during the years 1873-76. *Zoology*, vol. IX. London, 1884; in-4°, texte et planches; 2 volumes reliés.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 octobre 1884.

Codex medicamentarius. Pharmacopée française rédigée par ordre du Gouvernement. Paris, G. Masson, 1884; in-8°.

Cours de Mécanique; par M. DESPEYROUS, avec des Notes par M. G. DARBOUX. Paris; A. Hermann, 1884; in-8°.

Sténographie française. Ecriture rationnelle, typographique et courante. Montrouge, Laffaille, 1884; in-8°.

Notions générales sur l'éclairage électrique; par H. VIVAREZ. Paris, Michelet. 1885; br. in-8°.

Les accumulateurs électriques étudiés au point de vue industriel; par E. REYNIER. Paris, J. Michelet, 1885; br. in-8°.

Traitement du choléra par la pilocarpine; par E. ALLIOT. Paris, J.-B Baillière, 1884; in-12.

Théorie nouvelle sur le choléra; par E. DESSENDIER. Avignon, imp. A. Gros, 1884; in-12.

L'Astronomia svelata dai suoi fenomeni; per il D[re] GIRAUD GUISEPPE. Torino, Unione tipografica editrice, 1884; in-8°.

Annali del Ufficio centrale di Meteorologia italiana; serie II, vol. IV, parte I, II, III, 1882. Roma, tipogr. Sinimberghi, 1884; 3 vol. in-4°.

El colera. Folleto de popularizacion cientifica; por R. PEREDA y L. SANCHEZ. Madrid, F. Fé, 1884; in-8°.

United States commission of fish and fisheries; part VIII, *Report of the commissioner for* 1880. Washington, Government printing office, 1883; in-8° relié.

Bulletin of the United States fish commission; vol. III for 1883. Washington, Government printing office, 1883; in-8° relié.

Sitzungsberichte der Königlich preussischen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 3,24 April; 1, 8, 15, 29 mai; 12, 19, 26 Juni; 3, 10, 17, 24, 31 Juli 1884, Berlin, 1884; 14 liv. grand in-8°.

ERRATA

(Séance du 29 septembre 1884).

Page 527, dernière ligne, *au lieu de* $2\mathrm{S}(\mathrm{V}p\mathrm{V}q)(p^{-1}q)$, *lisez* $2[\mathrm{S}p\,\mathrm{S}q - \mathrm{S}(\mathrm{V}p\mathrm{V}q)]\,p^{-1}q$.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 OCTOBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la figure de la Terre.* Note de M. **F. Tisserand**.

« Dans un beau Mémoire inséré dans le tome 62 du *Journal de Borchardt*, M. Lipschitz a traité le cas où la loi des densités à l'intérieur de la Terre, supposée fluide, serait représentée par la formule

$$\rho = \rho_0(1 - ka^\lambda), \tag{1}$$

dans laquelle ρ_0, k et λ sont des constantes; a désigne le demi-petit axe d'une couche quelconque et varie de zéro à un ([1]).

» Il trouve, pour déterminer la constante λ, une équation transcendante; je suis parvenu à résoudre approximativement cette équation d'une manière très simple, et, en partant de cette résolution, je suis arrivé à quelques résultats intéressants, que je vais indiquer dans cette Note.

([1]) M. Roche avait considéré antérieurement le cas de $\lambda = 2$, mais sans remarquer que la série qui donne e est une série hypergéométrique.

» Soient

ρ_1 la densité à la surface de la Terre;
Δ sa densité moyenne;
e l'ellipticité de la couche a;
ε la valeur de e à la surface;
φ le rapport de la force centrifuge à la pesanteur, à l'équateur.

» M. Lipschitz trouve, en désignant par F le symbole de la série hypergéométrique, par A une constante,

$$e = \mathrm{A}\,\mathrm{F}\left(\alpha + 1, \beta + 1, \gamma + 1, \frac{3k}{\lambda + 3} a^\lambda\right),$$

où les quantités α, β, γ ont les expressions suivantes :

$$\alpha = \frac{5 + \sqrt{25 + 12\lambda + 4\lambda^2}}{2\lambda},$$
$$\beta = \frac{5 - \sqrt{25 + 12\lambda + 4\lambda^2}}{2\lambda},$$
$$\gamma = \frac{5}{\lambda}.$$

» La constante λ est déterminée, dans le Mémoire de M. Lipschitz, par cette équation transcendante, dont je me suis borné à modifier quelques notations,

$$(2) \qquad \eta = 1 + \cfrac{f_1}{1 + \cfrac{f_2}{1 + \cdots}},$$

où l'on a

$$(3) \qquad \left\{ \begin{aligned} \eta &= \frac{\varphi}{2\varepsilon} + \frac{3}{5}\frac{\rho_1}{\Delta}, \\ f_{2n} &= \frac{(n^2 - 1)\lambda + 5n - 3}{[(2n-1)\lambda + 5](2n\lambda + 5)}\zeta, \\ f_{2n+1} &= \frac{(n^2 - 1)\lambda + 5n - 3}{(2n\lambda + 5)[(2n+1)\lambda + 5]}\zeta, \\ \zeta &= 3\left(1 - \frac{\rho_1}{\Delta}\right). \end{aligned} \right.$$

» On suppose connues les quantités ρ_1, Δ, φ, ε; on voit que l'équation (2) ne contient plus que l'inconnue λ; k et ρ_0 seront déterminés

ensuite par les équations

$$(4)\qquad \begin{cases} k = \dfrac{\lambda+3}{3}\,\dfrac{\zeta}{\zeta+\lambda}, \\ \rho_0 = \dfrac{\rho_1}{1-k}. \end{cases}$$

» Nous prendrons pour Δ la valeur 5,56, obtenue par MM. Cornu et Baille. En arrêtant successivement la fraction continue (2) à $f_1, f_2, \ldots$, on obtient des équations en λ de degrés 1, 2, 3, ... M. Lipschitz a montré que, sous certaines conditions qui se trouvent vérifiées dans le cas actuel, ces équations ont chacune une racine positive, et une seule; les racines des équations de degré impair forment une série croissante, celles des équations de degré pair une série décroissante, et la racine λ de l'équation transcendante (2) se trouve au point de jonction des deux séries.

» J'ai calculé les équations des quatre premiers degrés. Soit

$$h = \frac{5\varphi}{4\varepsilon} - 1;$$

l'équation obtenue, en négligeant $f_2, f_3, \ldots$, est

$$\zeta - 2h = \frac{\lambda+3}{\lambda+5}\zeta.$$

On en tire

$$(5)\qquad \lambda + 5 = \frac{\zeta}{h}.$$

En négligeant seulement $f_3, f_4, \ldots$, on a une équation du second degré, dans laquelle je suis conduit à poser, d'après (5),

$$(6)\qquad \lambda + 5 = \frac{2\zeta}{R},$$

R remplaçant l'inconnue λ. Voici cette équation du second degré :

$$\zeta(R^2 + 4R - 8h) = R^2(5 + 2h) - 10hR.$$

» Je vais développer la racine positive de cette équation suivant les puissances de h, quantité qui serait nulle, d'après sa définition, si la Terre était homogène. Je trouve

$$(7)\qquad R = 2h - h^2 + \left(1 - \frac{1}{2\zeta}\right)h^3 + \ldots.$$

» L'équation suivante, du troisième degré, est, en introduisant la même

inconnue R,

$$3\zeta^2(R^2+4R-8h)+\zeta[-4R^3-(35+8h)R^2+70hR] \\ +5R^3(5+2h)-50hR^2=0.$$

J'en tire

$$(8)\qquad R=2h-h^2+\left(1-\frac{1}{2\zeta}\right)h^3-\frac{15\zeta^2-31\zeta+15}{12\zeta^2}h^4+\ldots.$$

» Enfin, l'équation du quatrième degré est

$$3\zeta^3[R^3+12R^2+(32-8h)R-64h] \\ +\zeta^2[-4R^4-(108+6h)R^3-(460+2h)R^2+920hR] \\ +\zeta[(80+8h)R^4+(725+160h)R^3-1450hR^2] \\ -75(5+2h)R^4+750hR^3=0.$$

J'en conclus

$$(9)\qquad \left\{\begin{aligned} R=2h-h^2+\left(1-\frac{1}{2\zeta}\right)h^3-\frac{15\zeta^2-31\zeta+15}{12\zeta^2}h^4 \\ +\frac{126\zeta^3-483\zeta^2+665\zeta-225}{72\zeta^3}h^5+\ldots. \end{aligned}\right.$$

» On voit que les trois premiers termes du développement (7) se retrouvent dans (8); les quatre premiers termes de (8) sont reproduits dans (9), et les cinq termes écrits dans cette dernière formule sont exacts; c'est cette dernière expression de R que nous emploierons dans ce qui suit.

» Une remarque importante se présente d'elle-même; les coefficients de h et de h^2 sont indépendants de ζ; nous allons montrer que les termes en h^4 et h^5 sont négligeables pratiquement, de sorte que nous aurons une expression fort simple de R et par suite de λ.

» En adoptant

$$\varepsilon=\frac{1}{292,5},\quad \varphi=\frac{1}{288,4},$$

je trouve d'abord

$$h=0,2678.$$

ρ_1 est très probablement compris entre 2,4 et 2,8; les valeurs correspondantes de ζ sont 1,70 et 1,49; je trouve que, dans ces deux cas limites, les termes en h^4 et h^5 sont très petits, et que le rapport de leur somme au premier terme $2h$ de l'expression (9) est égal à $-0,0007$ ou à $+0,0005$.

» Nous pouvons donc, avec une exactitude bien suffisante, eu égard au

degré de précision de ε, nous borner à

$$\text{(A)} \qquad \lambda + 5 = \frac{2\zeta}{2h - h^2 + \left(1 - \frac{1}{2\zeta}\right)h^3}.$$

Telle est la formule principale à laquelle je voulais arriver.

» Quand on donnera ρ_1, la dernière des formules (3) déterminera ζ; h aura la valeur numérique déterminée ci-dessus : (A) fera connaître λ, et les formules (4) donneront k et ρ_0. C'est ainsi que j'ai calculé les nombres compris dans le Tableau suivant :

ρ_1.	λ.	k.	ρ_0.
2,4	2,143	0,760	9,98
2,5	1,920	0,758	10,34
2,6	1,696	0,759	10,79
2,7	1,472	0,763	11,39
2,8	1,248	0,770	12,19

» On peut encore simplifier, en remplaçant dans le petit terme $\left(1 - \frac{1}{2\zeta}\right)h^3$, qui figure au dénominateur de la formule (A), ζ par sa valeur moyenne 2,6; on trouve alors la formule très simple

$$\text{(B)} \qquad \lambda = 7,58 - 12,58\,\frac{\rho_1}{\Delta},$$

qui sera souvent suffisante.

» M. Lipschitz, en prenant $\rho_1 = 2,5$, a trouvé $\lambda = 2,39$; nous avons donné, pour la même valeur de ρ_1, $\lambda = 1,920$; la différence provient de ce que les valeurs de h ne sont pas les mêmes dans les deux calculs, M. Lipschitz ayant adopté la valeur $h = \frac{1}{4}$, qui répond à $\varepsilon = \varphi$, tandis que nous avons pris $h = 0,2678$.

» Enfin, pour terminer, je vais calculer la valeur du rapport

$$I = \frac{\int_0^1 \rho a^2\, da}{\int_0^1 \rho a^4\, da},$$

qui joue un rôle important dans la théorie de la figure de la Terre.

» En remplaçant ρ par son expression (1), il vient

$$I = \frac{5}{3}\,\frac{1 - \frac{3k}{\lambda + 3}}{1 - \frac{5k}{\lambda + 5}}.$$

Si je mets, au lieu de k, son expression (4), je trouve, après réduction

$$I = \frac{5}{3} \frac{1}{1 - \frac{1}{3} \frac{2\zeta}{\lambda + 5}},$$

ou bien, en introduisant R par l'équation (6),

$$(c) \qquad I = \frac{5}{3} \frac{1}{1 - \frac{R}{3}},$$

où R doit être remplacé par

$$R = 2h - h^2 + \left(1 - \frac{1}{2\zeta}\right) h^3.$$

On voit que l'expression I est donnée bien simplement au moyen de R, et c'est même ainsi que j'ai été conduit tout d'abord à l'introduction de la quantité R.

» On trouvera les valeurs suivantes de I dans les cinq hypothèses considérées ci-dessus :

$$\frac{5}{2{,}5226}, \quad \frac{5}{2{,}5228}, \quad \frac{5}{2{,}5230}, \quad \frac{5}{2{,}5232}, \quad \frac{5}{2{,}5234};$$

en raison des quantités négligées, on peut dire que ces valeurs sont égales à

$$I = \frac{5}{2{,}523} = 1{,}982.$$

On voit donc que, quand on fait varier la densité superficielle ρ_1 de 2,4 à 2,8, l'expression I ne varie pas d'une façon appréciable, et l'on a de ce fait une explication bien claire; cela tient à ce que les coefficients de h et h^2 dans R sont indépendants de ζ.

» J'ai essayé d'autres lois de densité, et, en gardant pour ε la valeur $\frac{1}{292{,}5}$, j'ai trouvé pour I des valeurs peu différentes de la précédente; M. Roche avait déjà constaté ce fait; il est probable que, quelle que soit la loi de densité, l'aplatissement à la surface restant le même, R et par suite I doivent être compris entre deux limites très resserrées; mais je ne suis pas encore arrivé à le démontrer dans le cas général. En partant des résultats contenus dans ma Communication du 1er septembre dernier, on trouve

aisément la formule

$$2h - R = \frac{1}{\varepsilon \int_0^1 \rho a^2\, da} \int_0^1 a^5 (e - \varepsilon) \frac{d\rho}{da}\, da,$$

de laquelle il résulte que l'on a toujours $R < 2h$; on a donc ainsi une limite supérieure de R; peut-être pourrait-on en obtenir une moins élevée; dans tous les cas, il faudrait trouver aussi une limite inférieure positive. Enfin, il y a lieu de mentionner que la valeur de I obtenue plus haut diffère notablement de celle que l'on déduit de la théorie de la précession des équinoxes; M. Roche a signalé cette difficulté dans son *Mémoire sur l'état intérieur du globe terrestre.* »

CHIMIE. — *Sur la décomposition de l'oxyde de cuivre par la chaleur.* Note de MM. **Debray** et **Joannis.**

« On sait que la chaleur décompose l'oxyde de cuivre noir (CuO). Il est généralement admis que le produit de cette décomposition est un oxyde intermédiaire qui serait une combinaison de l'oxyde noir et de l'oxyde rouge ou sous-oxyde. D'après Favre et M. Maumené, l'oxyde noir, chauffé au rouge blanc, dans un creuset de platine, laisse comme résidu un composé répondant à la formule Cu^5O^3. Depuis, M. Schützenberger a obtenu, sans doute dans des conditions différentes de température, un autre produit plus oxygéné, répondant à la formule Cu^5O^4.

» Mais il faut bien remarquer que rien ne démontre l'existence de ces oxydes intermédiaires en tant que composés définis. Leurs réactions chimiques sont celles de mélanges; on ne saurait même établir cette existence que par des mesures de Thermochimie, ou bien par l'étude de la dissociation de l'oxyde de cuivre. C'est cette dernière recherche qui fait l'objet de ce travail.

» Si l'oxyde de cuivre, en se décomposant, fournit un composé défini, tel que Cu^5O^4, nous devons constater que cet oxyde, maintenu à une température convenable, donne une tension de dissociation *constante*, tant qu'on ne lui a pas enlevé $\frac{1}{5}$ de son oxygène. Arrivé à ce degré de décomposition, on devra constater une chute dans la tension observée; ce ne sera plus la tension de dissociation de l'oxyde noir que l'on mesurera, mais la tension de dissociation plus faible du composé immédiatement inférieur.

» Si, au contraire, l'oxyde de cuivre se dédouble en sous-oxyde et oxygène ($Cu^2O^2 = Cu^2O + O$), de telle façon que les produits répondant aux formules Cu^5O^4 et Cu^5O^3 ne soient en réalité que des mélanges d'oxyde noir et d'oxydule, la tension de dissociation de l'oxyde noir restera constante jusqu'au moment où il aura perdu la moitié de son oxygène. C'est l'application d'une loi de la dissociation que l'un de nous a formulée à propos de l'efflorescence des sels hydratés, et que M. Isambert a généralisée dans ses belles recherches sur les combinaisons des chlorures métalliques et du gaz ammoniac.

» *Dissociation de l'oxyde de cuivre.* — L'oxyde de cuivre ne commence à dégager de l'oxygène dans le vide que vers le rouge sombre. A la température de fusion de l'argent, sa tension de dissociation est de 56^{mm}; à partir de ce moment, elle augmente rapidement; un peu au-dessus de la température de fusion de l'or, la tension de dissociation atteint une valeur de 1^{m} environ, et l'oxyde entre alors en fusion. Il convient, comme on va le voir, de distinguer le cas où l'oxyde reste solide en se décomposant du cas où il se décompose en entrant en fusion.

» Nous ne pouvons décrire ici en détail l'appareil qui nous a servi à effectuer nos expériences. Il se compose essentiellement d'un tube de porcelaine contenant une nacelle de platine où l'on met l'oxyde de cuivre qui, même à l'état solide, attaque la porcelaine. On fait le vide dans ce tube avec une pompe à mercure, munie d'un manomètre permettant de mesurer la pression produite dans l'appareil par le dégagement d'oxygène.

» Le tube de porcelaine était chauffé dans un fourneau à tubes, alimenté par le gaz d'éclairage. On réglait facilement la température du fourneau en réglant à l'avance l'écoulement du gaz qu'on y brûlait. A chaque pression d'écoulement du gaz de l'éclairage correspondait, après quelques heures, une température constante du tube à dissociation.

» Quand on poussait cette température à la fusion de l'or et au-dessus, l'oxyde de cuivre fondait et, après avoir grimpé sur les bords de la nacelle, venait couler sur le tube de porcelaine qu'il finissait par percer.

» Pour éviter cet inconvénient, qui ne permettait de finir aucune expérience, nous avons dû remplacer la nacelle par un appareil en platine ayant la forme d'un thermomètre. La panse était remplie d'oxyde, qui pouvait y fondre sans s'échapper au dehors, parce que l'ouverture du tube de platine venait déboucher dans une partie froide du tube de porcelaine.

» Nous reprenons l'exposition des faits observés. Si l'on opère à une température constante, insuffisante pour déterminer la fusion de l'oxyde,

on constate que la tension de dissociation reprend toujours une valeur constante, quelle que soit la quantité d'oxygène successivement enlevée par la pompe, tant que la quantité de ce gaz qui reste dans la nacelle en combinaison avec le cuivre est un peu plus grande qu'il ne convient pour former l'oxydule ([1]). C'est donc sensiblement la moitié de l'oxygène qu'on enlève sans variation de pression, et par conséquent il faut conclure que l'oxyde de cuivre se dédouble, dans les circonstances indiquées ci-dessus, en oxydule et oxygène, l'oxydule restant simplement mélangé à l'oxyde noir non décomposé, sans former avec lui de composés intermédiaires.

» Ce dédoublement en oxydule et en oxygène se trouve démontré par l'aspect même du résidu restant dans la nacelle. Après refroidissement, on trouve, au centre, dans la partie la plus chauffée et qui s'est aussi refroidie la dernière, une masse plus ou moins considérable, selon l'état de décomposition de la matière, d'oxydule de cuivre Cu^2O, avec sa belle couleur rouge, ne contenant pas trace d'oxyde noir. Ce dernier, absolument exempt d'oxydule, se trouve vers les deux extrémités de la nacelle moins chauffées que le centre et les premières refroidies; il est brusquement séparé de l'oxyde rouge; on ne voit entre eux aucune trace de composé intermédiaire.

» C'est dans les parties les plus chaudes que la décomposition de l'oxyde noir a d'abord lieu, en donnant de l'oxydule et de l'oxygène : la moindre différence de température protège les parties moins chaudes de la décomposition, parce que l'oxyde noir qui s'y trouve est indécomposable dans une atmosphère d'oxygène de tension supérieure à sa tension de dissociation.

» Inversement, dans la période de refroidissement, l'oxygène contenu dans l'appareil à dissociation est réabsorbé par l'oxydule; mais ce sont les parties les plus froides de ce corps qui se transforment les premières en oxyde noir, parce que ce sont elles qui ont la moindre tension de dissociation.

» Ajoutons que la réabsorption de l'oxygène dans la période de refroidissement est toujours *totale*.

» Si l'on remplace l'oxyde de cuivre noir par l'oxyde partiellement décomposé par fusion et répondant aux compositions les plus variées, on

---

([1]) Il faut éviter de décomposer entièrement l'oxyde noir en oxyde rouge, car alors celui-ci se dissocie (en donnant une tension de dissociation beaucoup plus faible) en oxygène et cuivre qui altère le platine en s'alliant avec lui.

observe toujours (à la condition d'opérer sur une matière préalablement pulvérisée) la même tension qu'avec l'oxyde ordinaire, la constance de cette tension tant qu'on reste au-dessus de l'oxyde Cu^2O et aussi la séparation nette et tranchée de la matière en oxyde rouge et en oxyde noir.

» La fusion du mélange d'oxydes n'a donc pas amené leur combinaison [1]; le produit obtenu est seulement un mélange intime dans lequel chaque oxyde conserve ses propriétés particulières.

» Nous arrivons maintenant à la dissociation de l'oxyde à une température suffisamment élevée pour liquéfier le produit dissocié.

» L'oxyde étant maintenu à une température constante donne un dégagement assez rapide de gaz, qui s'arrête quand sa tension a pris une valeur déterminée. Mais cette tension varie avec l'état de décomposition de l'oxyde, elle diminue rapidement à mesure que l'on enlève du gaz oxygène et que le résidu se rapproche, par conséquent, de la composition du sous-oxyde [2].

» Remarquons, en passant, que ce mode de variation de la pression de l'oxygène semblerait rapprocher le phénomène observé de celui de la dissolution d'un gaz dans un liquide.

» Si maintenant, après avoir décomposé une partie de l'oxyde, on laisse refroidir lentement le tube à dissociation, on voit d'abord la pression de l'oxygène diminuer dans l'appareil jusqu'au moment où la solidification du mélange d'oxydes a lieu. La pression augmente alors brusquement, atteint bientôt son maximum et, le refroidissement continuant, diminue d'une manière régulière jusqu'à devenir nulle, si la surface d'absorption est suffisante. Ainsi, dans une de nos expériences, la tension de dissociation du produit fondu étant réduite à 90^{mm}, on la vit remonter brusquement à 250^{mm}, au moment du changement d'état, et diminuer régulièrement ensuite.

---

(1) A moins que l'on admette sans preuve que la combinaison effectuée à haute température s'est détruite au moment de la solidification du composé.

(2) Dans une expérience on avait introduit dans l'appareil à dissociation $14^{gr},78$ d'un oxyde partiellement décomposé, répondant sensiblement à la formule Cu^4O^3. La tension de dissociation de ce mélange était de 623,7, tandis que l'oxyde pur eût donné une tension supérieure à 1^m.

En enlevant $80^{cc},3$ de gaz oxygène, on fit tomber la pression à 367^m. Il a suffi alors d'enlever 30^{cc} pour faire tomber la pression à 307,7.

Remarquons que, pour arriver à l'oxydule pur, il aurait fallu enlever au mélange primitif 614 d'oxygène. La décomposition du mélange était donc bien loin d'être complète.

» On interprétera facilement ces résultats, en admettant que la dissolution d'un corps dissociable dans un liquide incapable de contracter avec lui une combinaison chimique entraîne cependant une diminution de la tension de dissociation de ce corps. La dissociation, comparable à tant d'égards au phénomène de la vaporisation, ainsi que l'a démontré H. Sainte-Claire Deville, s'en rapprocherait encore davantage par cette circonstance.

» Un liquide volatil auquel on ajoute un autre liquide, miscible à lui sans combinaison, émet une tension de vapeur souvent bien moindre que lorsqu'il est seul. Cette diminution dépend de la nature du liquide ajouté et aussi de sa proportion; elle est toujours d'autant plus grande que cette proportion est plus forte. C'est ce qui résulte des expériences de Regnault, sur les tensions de vapeur des mélanges liquides.

» Nous admettons de même que la tension de dissociation de l'oxyde noir de cuivre, liquéfié avec une proportion croissante d'oxydule, à une température constante, va en diminuant avec la proportion de l'oxydule fondu mélangé. Quand, par refroidissement de la matière, la solidification a lieu, on a dans la nacelle un mélange intime de deux oxydes solides, sans action l'un sur l'autre, comme on l'a vu dans les expériences sur l'oxyde solide; l'oxyde noir reprend alors toutes ses propriétés et en particulier sa tension propre de dissociation. L'augmentation de pression qui se manifeste au moment de la solidification s'explique ainsi d'une façon simple et naturelle.

» Nous reviendrons prochainement sur quelques détails de ces expériences. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Note sur le sulfure de carbone et sur l'emploi de sa dissolution dans l'eau pour le traitement des vignes phylloxérées;* par M. **Eug. Peligot.**

« Dans une de nos précédentes séances, M. Ckiandi-Bey, ingénieur, a adressé à l'Académie d'importantes observations sur les propriétés du sulfure de carbone. Il a mis en relief un fait qui avait échappé à l'attention des chimistes qui se sont occupés de ce corps : à savoir, sa solubilité dans l'eau. D'après M. Ckiandi, l'eau en dissoudrait par litre $0^{gr},002$ à $0^{gr},003$ et $0^{gr},50$, en agitant du sulfure de carbone pur dans un flacon complètement plein d'eau.

» Il était intéressant de vérifier les résultats indiqués par l'auteur de ce travail. En ce qui concerne les propriétés antiseptiques de cette dissolu-

tion, M. Pasteur a bien voulu se charger de ce soin : d'après les premières expériences faites dans son laboratoire, ces propriétés sont fort remarquables. Il est possible que cette dissolution devienne l'antiseptique le plus efficace, comme elle est déjà l'antiseptique le moins coûteux; elle revient en effet à quelques centimes le litre.

» A l'égard de la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau, j'ai constaté qu'elle est notablement plus grande que celle indiquée ci-dessus. A la température ordinaire, l'eau dissout par litre $3^{cc},5$ de sulfure de carbone, soit, en poids, $4^{gr},52$, la densité de ce corps étant égale à 1,293.

» Ce résultat a été obtenu en agitant vivement et à plusieurs reprises du sulfure de carbone pur dans un flacon à moitié rempli d'eau distillée; il est le même avec de l'eau ordinaire; bien qu'il représente la moyenne de huit expériences, il n'est qu'approximatif. A défaut du dosage direct du sulfure dissous, j'ai dû me borner à mesurer dans un petit tube gradué le volume de ce corps qui restait après son contact avec un volume d'eau connu, le sulfure de carbone étant employé en excès. La forte tension de vapeur du sulfure de carbone, qui bout, comme on le sait, à 45°, et, d'autre part, la nécessité d'opérer avec de l'eau déjà saturée d'air, rendent cette détermination un peu incertaine.

» Cette liqueur, alors même que la saturation n'est pas atteinte, présente une saveur sucrée, puis brûlante : son odeur, qu'elle conserve longtemps lorsqu'elle est soumise à l'évaporation spontanée, rappelle celle du chloroforme. Portée à l'ébullition, elle laisse dégager le sulfure de carbone; ce corps ne devient libre qu'autant que cette ébullition est vive et prolongée : l'eau, qui se condense en même temps, renferme des traces d'acide sulfhydrique et colore en noir un sel de plomb. La dissolution, avant d'être soumise à l'action de la chaleur, ne fournit aucune coloration.

» La dissolution aqueuse du sulfure de carbone prend rapidement une couleur jaune lorsqu'on la met en contact avec la potasse, la soude ou l'ammoniaque. En agitant du sulfure de carbone avec de l'eau de chaux ou de baryte bien limpide, la liqueur se colore en jaune au bout de quelques minutes et fournit bientôt un dépôt blanc de carbonate de ces bases : il y a, en même temps, formation de sulfocarbonates. En évaporant, en présence de l'air, la dissolution barytique, on obtient du carbonate et de l'hyposulfite de baryte.

» Lorsqu'on ajoute de la levure de bière à une liqueur contenant du sulfure de carbone dissous et du sucre, aucune trace de fermentation alcoolique ne se produit.

» Les propriétés de la dissolution aqueuse du sulfure de carbone donneront à ce dernier corps une importance nouvelle. Le sulfure de carbone est, comme on sait, l'insecticide par excellence, et tout le monde connaît les services qu'il rend pour la destruction du Phylloxera.

» En 1869, M. Paul Thenard, que la mort vient d'enlever à la Science et à notre affection, essayait timidement à Florac, près Bordeaux, l'emploi du sulfure de carbone enfoui *en nature* dans le sol : jusqu'en 1876, ce remède était peu employé; la période des essais a été longue; mais aujourd'hui cette période est terminée et 30000 hectares de vignes reçoivent annuellement plus de 4 millions de kilogrammes de sulfure de carbone.

» De plus, la viticulture doit à notre illustre et regretté maître et confrère Dumas l'indication et l'emploi du sulfocarbonate de potassium. Ce sel a une double action : il tue l'insecte par le sulfure de carbone qu'il renferme et il ajoute au sol un élément essentiellement fertilisant, la potasse.

» De plus, il oblige à donner à la plante, qui en profite, une assez grande quantité d'eau, chaque cep recevant 80^{gr} de ce sel dilué dans 20^{lit} d'eau. Avec un prix de revient moins élevé, le sulfocarbonate de potassium serait devenu d'un usage beaucoup plus général.

» C'est, en définitive, sous ces deux formes que le sulfure de carbone est employé. Le plus souvent, ce corps est versé dans des trous pratiqués dans le sol à une certaine distance des ceps de vigne : ces trous sont creusés au moyen du *pal*. Comme il s'agit de produire une atmosphère chargée de vapeurs sulfureuses, on consomme une quantité de sulfure de carbone très considérable; cette quantité varie entre 20^{gr} et 40^{gr} par mètre carré, soit 200 à 400^{kg} par hectare. Au prix de 40^{fr} les 100^{kg}, la dépense pour l'achat du sulfure de carbone est de 80^{fr} à 160^{fr}. En rendant délétère toute la masse d'air confiné, on atteint l'insecte qui vit sur les racines de la plante. La perméabilité du sol, son état de sécheresse ou d'humidité, ont une grande influence sur le succès de l'opération. Parfois, sous l'influence d'une trop forte dose de sulfure de carbone, la plante périt en même temps que le Phylloxera.

» Il est permis d'admettre que la portion de sulfure de carbone qui agit utilement se dissout préalablement sous l'influence de l'eau que renferment la plante et l'insecte. Cette portion est assurément fort minime. En conséquence, on peut espérer, *a priori*, qu'en substituant au mode actuel d'opérer la dissolution du sulfure de carbone dans l'eau, on réalisera une

énorme économie, tant pour l'achat de cette matière que pour la main-d'œuvre qu'exige actuellement son introduction dans le sol.

» Il ne s'agirait plus, en effet, que d'arroser chaque cep de vigne avec quelques litres de la dissolution plus ou moins saturée, celle-ci étant versée dans une cavité pratiquée au pied du cep. En suivant la tige et les racines, le liquide atteindra l'insecte par la voie la plus directe et la plus sûre. Nul doute pour moi que, si la propriété que possède le sulfure de carbone de se dissoudre dans l'eau avait été connue plus tôt, ce mode d'opérer aurait été expérimenté avant tout autre; en cas de succès, il aurait évité bien des pertes d'argent et de temps.

» En ajoutant à la dissolution une petite quantité d'un sel de potasse (chlorure ou sulfate), soit, par exemple, 1 ou 2^{gr} par litre, on réaliserait en même temps l'un des avantages attribués au sulfocarbonate de potassium. J'estime, de plus, que l'addition de quelques décigrammes d'un sel de magnésie aurait également un effet utile, en introduisant dans le sol un autre principe tout aussi nécessaire à sa fertilisation.

» Il n'est pas utile d'insister plus longuement, quant à présent, sur une opération dont l'expérience n'a pas fait connaître la valeur. Si celle-ci est favorable, la quantité de sulfure de carbone dont on fait usage pour le traitement des vignes phylloxérées *pourra être réduite dans une énorme proportion.*

» Il est bien désirable que les délégués du Ministère de l'Agriculture et de l'Académie, les membres des Syndicats et des Comités d'études et de vigilance qui fonctionnent dans les départements envahis par le Phylloxera prennent en considération les données qui précèdent, et ne tardent pas à instituer les essais qu'elles réclament.

» De même que pour les méthodes actuellement usitées, il faudra passer par la série d'épreuves et de tâtonnement qu'accompagne toujours une nouvelle pratique agricole. Dans les pays entièrement dépourvus d'eau, on continuera à faire usage du sulfure de carbone en nature, bien que l'eau, dont la consommation sera d'ailleurs assez minime, soit encore de tous les remèdes celui qui coûte le moins. La difficulté la plus sérieuse, au premier abord, est celle que présente la préparation de la liqueur sulfureuse : il ne s'agit pas là d'un simple mélange ; il est nécessaire que les deux liquides soient fortement brassés, leur action mutuelle étant entravée par la différence qui existe entre leurs densités. Il est probable que cette opération devra être faite sur place, dans une sorte de baratte close, mobile

sur des roues ou portée à dos d'homme. Un robinet, placé à une certaine hauteur, permettra la distribution du liquide plus ou moins chargé de sulfure de carbone, celui-ci se maintenant au fond du vase et devant être ensuite agité avec une nouvelle quantité d'eau. La construction d'un appareil de ce genre ne doit pas offrir des difficultés bien sérieuses à nos habiles fabricants d'instruments agricoles. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les azotates dans les différentes parties des plantes*; par MM. **Berthelot** et **André**.

« Comment le salpêtre se distribue-t-il dans la plante aux diverses périodes de la végétation et quelle est sa relation avec la proportion totale des éléments fondamentaux, potassium et azote, contenus simultanément dans les feuilles, la tige, la racine et les fleurs? C'est ce que nous allons examiner, en donnant d'abord nos analyses relatives à la Bourrache (*Borrago officinalis*).

» 29 *mai*. — Débuts de la végétation. Poids de la plante sèche $1^{gr},4195$. Les colonnes relatives au potassium, à l'azote, à l'extrait, à l'eau, expriment les mêmes rapports que ceux définis à la page (551) :

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	gr 0,0053	0,5	5,9	1,8	4,2	0,08
Tiges	0,0269	7,6	44,6	46,8	25,0	0,6
Racines	0,0026	5,4	65,3	54,7	27,2	0,8
Plante totale.	$0^{gr},0348$	2,5	22,6	9,5	15	0,3

» Les azotates sont surtout concentrés dans la tige, siège principal de leur formation, laquelle en renferme le maximum relatif, aussi bien qu'absolu; tandis que la racine en contient moins : ce qui montre bien qu'ils ne viennent pas du sol, du moins en totalité. La concentration de la liqueur aqueuse est différente aussi dans la tige, ce qui confirme l'opinion précédente. En effet, si les azotates étaient tirés entièrement du sol, en même temps que l'eau, la richesse de la liqueur en azotate devrait être sensiblement la même dans la racine et dans la tige.

» Dans la feuille, au contraire, les azotates tendent à disparaître, étant transformés en principes protéiques, par suite des actions réductrices qui s'y exercent : cette diminution des azotates dans la feuille a été remarquée

par tous ceux qui ont observé l'existence du salpêtre dans les végétaux. Ici d'ailleurs l'azote des azotates forme environ la moitié de l'azote protéique dans la tige et la racine et il n'atteint pas 2 centièmes dans la feuille; ce qui est conforme à l'induction précédente. L'azotate contient les deux tiers du potassium total, dans la racine, moitié dans la tige, 6 centièmes seulement dans les feuilles : quoique celles-ci renferment une dose absolue de potassium maximum, la dose relative s'y trouvant égale à la moitié de ce qu'elle est dans la tige.

II. — Débuts de la floraison. 12 *juin. Plante totale* : $2^{gr},127$.

	Azotates.		Rapport.			
	P.A.	P.R.	Az.	K.	Extrait.	Eau.
Feuilles	0,00735	0,9	3,1	6,3	7,5	0,12
Tige	0,0367	10,1	13,0	42,0	23,8	0,5
Fleurs	0,000	00,0	»	»	»	»
Racines	0,0416	7,9	100	45,8	30,3	0,6
Radicelles	0,0023	2,2	30,0	»	14,8	0,5
Plante totale	0,0879	4,2	14,1	29,0	19,6	0,4

Les azotates prédominent encore dans la racine et dans la tige, d'une façon absolue et surtout relative. La tige en renferme le plus. Le travail de la floraison est, à ce moment, tellement actif que les fleurs ne contiennent pas traces d'azotates, tout l'azote du salpêtre s'y trouvant changé en principes protéiques; de même, les feuilles renferment moins de 1 centième d'azotate, tandis qu'elles contiennent trois fois plus d'azote sous forme de principes albuminoïdes. Les principes protéiques s'élèvent d'ailleurs à 19 centièmes du poids des fleurs, à 23 centièmes de celui des feuilles; tandis que, dans la tige et la racine, ils constituent seulement 6,6 centièmes; 5,9 dans les radicelles.

L'analyse des radicelles a pu être faite séparément à ce degré de la végétation. Elle jette un jour nouveau sur la formation des azotates. En effet, les radicelles en renferment seulement 2,2 centièmes; tandis que les azotates croissent à mesure que les sucs s'élèvent, dans la racine d'abord (7,9); puis dans la tige (10,1). La proportion relative de l'eau est à peu près la même dans ces trois régions. Mais la dose de l'extrait, double dans la racine, atteste les travaux spéciaux qui s'y accomplissent. Dans la tige, elle diminue et plus encore dans les feuilles, par suite de la formation des matières insolubles. Observons que les fonctions de la racine et de la tige ne sont pas radicalement distinctes, au point de vue de la physiologie vé-

gétale : les causes susceptibles de former les azotates dans la tige agissent aussi dans la racine. Les analyses des radicelles sont très précieuses à ce point de vue, pour établir entre le sol et la plante une transition, que les premières séries ne nous permettaient pas de préciser au même degré.

» L'obscurité dans laquelle se trouve la racine n'est pas un obstacle à cet égard ; car elle est favorable aux ferments nitriques de MM. Schlœsing et Müntz. La lumière, au contraire, accélère le développement des parties vertes, et par suite la transformation des azotates en principes albuminoïdes. Ceux-ci renferment autant d'azote que les azotates dans la racine, huit fois autant dans les tiges, trente fois autant dans les feuilles : ce qui montre combien leur développement est actif dans cette période de la végétation (débuts de la floraison).

» Les périodes suivantes sont très caractéristiques. Au 7 septembre, à l'époque de la fructification, la plante pesait $50^{gr},25$ et elle ne contenait plus que $0^{gr},0114$ de salpêtre, renfermé exclusivement dans la tige; les feuilles et les inflorescences n'en accusaient plus que des traces, la racine point du tout. Ceci montre qu'à ce moment elle ne saurait les emprunter au sol; tandis que les actions qui les produisent dans la tige continuent à agir. La formation des principes azotés destinés à la reproduction avait alors fait disparaître presque la totalité des azotates. Le même jour, une autre plante morte et séchée sur pied ($34^{gr},07$) contenait des azotates seulement dans la tige ($0^{gr},195$ ou 1,35 centièmes) et dans la racine ($0^{gr},049$); avec des traces dans la feuille et les inflorescences.

» Enfin, la plante privée systématiquement d'inflorescence, de façon à la réduire aux fonctions de nutrition ($47^{gr},16$), renfermait seulement $0^{gr},004$ d'azotates.

» Contrôlons ces résultats par l'analyse des Amarantacées :

II. Amarantus caudatus. — *Débuts, 29 mai;* P = $0^{gr},610$.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
	gr					
Feuilles	0,0024	0,8	0,3	0,1	3,7	0,16
Tiges	0,0204	8,4	32,4	6,3	25,0	1,0
Racines	0,0049	5,9	49,2	41,8	32,4	1,0
Plante totale	0,0267					

» La tige l'emporte, au point de vue relatif et absolu. Les feuilles ren-

ferment le minimum. Dans la racine, l'azote contient la moitié du potassium; un tiers, dans la tige, etc.

Débuts de la floraison, 30 juin; plante totale, $16^{gr},15$.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	gr 0,012	0,2	1,2	2,3	1,0	0,16
Tiges	0,827	13,0	52,6	196	50,6	1,5
Racines	0,074	2,9	19,3	84	17,7	0,8
Inflorescences	0,010	1,7	18	22	6,0	1,7

» La formation de l'azotate dans la tige s'accentue ici davantage; mais il tend à disparaître dans les feuilles et les inflorescences. On remarquera que la dose du salpêtre dans la sève de la tige est à peu près double de ce qu'elle est dans la racine : écart excessif qui montre bien que la tige est un siége de formation.

Floraison, 11 septembre; $177^{gr},8$.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	gr 0,017	0,06	0,4	0,6	0,3	0,03
Tiges	0,136	0,3	3,4	11,3	2,2	0,12
Racines	0,090	0,5	12,7	20,8	6,9	0,3
Inflorescences	0,151	1,0	2,7	3,0	1,9	0,7

» L'azotate a rétrogradé, par suite du travail de reproduction qui en a changé l'azote en matières protéiques.

III. Amarantus nanus. — 29 *mai. Poids de la plante :* $0^{gr},518$.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	0,0004	0,13	1,5	0,5	0,7	0,03
Tiges	0,0054	3,15	23,2	22,6	11,7	0,4
Racines	0,0011	2,24	21,0	17,0	11,6	0,5
Inflorescences	traces	»	»	»	»	»
	22 *juin. Poids de la plante :* $4^{gr},75$.					
Feuilles	0,003	0,18	1,5	0,8	1,0	0,05
Tiges	0,072	5,4	4,2	64,0	31,0	0,91
Racines	0,017	2,2	33,0	41,0	18,0	1,0
Inflorescences	0,011	1,2	13,7	8,0	5.4	0,3

30 juin. Poids de la plante : 15gr,34.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	0,007	0,09	0,5	0,4	0,6	0,02
Tiges	0,239	4,4	19,4	39,0	14,5	0,6
Racines	0,056	3,6	29,0	50,0	18,0	1,0
Inflorescences	0,018	1,9	16,0	10,5	11,0	0,5

7 septembre. Poids de la plante : 123gr,1.

Feuilles	0,100	0,7	5,0	9,0	9,0	0,5
Tiges	0,670	4,1	44,0	76	40,0	1,4
Racines	0,096	2,5	60	55,0	31,0	1,2
Inflorescences	1,792	1,9	43,0	14,0	20,0	1,0

» La richesse relative de la tige est toujours maximum; quoique la prépondérance des inflorescences finisse par y amener un poids absolu plus grand d'azotates.

Amarantus melancolicus. — *Débuts de la végétation, 27 mai. Poids de la plante :* 0gr,286.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	gr 0,00075	0,4	2,6	1,6	1,6	0,14
Tiges	0,0017	2,4	24,0	24,0	10,5	0,67
Racines	0,0010	3,5	»	35,0	15,0	1,4

16 juillet. — Avant la floraison : 8gr,52.

Feuilles	0,049	3,4	5,4	3,9	3,7	0,6
Tiges	0,249	1,6	52,0	50,6	40,5	0,18
Racines	0,076	2,7	50,6	43,1	33,2	0,38

7 septembre. — Avant la floraison : 134gr,2.

Feuilles	1,414	2,66	27,1	10,5	13,0	0,85
Tiges	7,409	10,8	51,5	97,0	46,1	1,5
Racines	0,480	3,9	39,2	46,4	27,8	1,0

» La prépondérance des azotates dans la tige s'accentue en ce moment, comme dans la Bourrache. On remarquera que les sucs de la tige sont bien plus riches en azotates que ceux de la racine.

3 octobre. — Floraison d'un pied en médiocre état : 56gr,9.

Feuilles	0,271	1,9	12,0	6,2	6,1	0,85
Tiges	0,640	3,3	22,1	32,8	15,5	0,67
Racines	0,320	6,4	87,0	68,6	43,6	2,5
Inflorescences	0,467	7,1	78,1	40,0	32,1	2,0

19 *octobre.* — *Poids de la plante* (*chétive*) : 13^{gr},37.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	0,050	1,5	11,7	27,0	10,7	0,75
Tiges	0,073	1,6	12,3	17,5	10,1	0,36
Racines	0,008	0,9	16,6	16,7	11,3	0,20
Inflorescences	0,107	2,4	25,0	18,8	15,3	0,9

» La dessiccation progressive a amené, par capillarité, un maximum de concentration des liquides dans les sommités de la plante.

V. — A. PYRAMIDALIS. — 16 *juillet. Poids de la plante :* 81^{gr},6.

	Azotates.		Rapports.			
	P. A.	P. R.	K.	Az.	Extrait.	Eau.
Feuilles	0,42	1,4	10,0	5,0	8,3	0,3
Tiges	4,21	10,6	51,0	96,0	43,0	1,2
Racines	0,34	5,3	45,0	63,0	29,5	0,9
Radicelles	0,20	5,7	52,0	50,0	36,0	0,9
Inflorescences	0,013	0,8	13,3	3,1	3,7	0,2

» Observons encore la richesse des sucs de la tige en azotates, comparée à celle de la racine pour une même dose d'eau.

CÉLOSIE. — 29 *mai. Poids de la plante :* 0^{gr},085.

Feuilles	0,0001	0,34	3,5	1,5	2,0	0,05
Tiges	0,0009	3,0	23,0	21,0	12,0	0,3
Racines	0,0004	2,5	16,0	19,0	10,0	0,3
Inflorescences	»	»	»	»	»	»

30 *juin. Poids de la plante :* 2^{gr},05 *et* 2^{gr},29.

	Azotates.				Rapports.							
	P. A.		P. R.		K.		Az.		Extrait.		Eau.	
	Jaune. gr	Rouge. gr	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge
Feuilles	0,00035	0,0003	0,05	0,03	0,4	0,2	0,5	0,4	0,3	0,2	0,02	0,01
Tiges	0,0175	0,035	2,3	4,2	15,0	21,0	28,0	4,3	12,0	16,0	1,1	1,4
Racines	0,003	0,002	0,9	0,55	9,0	6,0	»	8,0	4,7	2,5	0,3	0,15
Inflorescences	0,0002	0,0006	0,09	0,26	0,9	28,0	0,6	18,0	0,3	10,5	0,05	0,1

3 *octobre. Poids de la plante :* 14^{gr},24 *et* 14^{gr},34.

	Jaune. gr	Rouge. gr	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.	Jaune.	Rouge.
Feuilles	0,003	0,001	0,23	0,1	»	»	1,2	0,7	1,2	0,5	0,11	0,06
Tige	0,105	0,039	2,2	1,1	28,0	17,0	30,0	25,0	12,0	6,8	0,7	0,4
Racines	0,004	0,002	0,4	0,3	»	»	5,6	4,0	1,8	1,6	0,15	0,1
Inflorescences	0,021	0,026	0,3	0,3	3,6	4,5	2,1	2,3	1,3	1,3	0,1	0,1

» Les deux variétés n'offrent pas de différence caractéristique ; mais la proportion de l'eau à l'azotate, plus grande dans la racine que dans la tige, accuse toujours la formation du salpêtre dans cette dernière. »

ASTRONOMIE. — *Observations faites à l'observatoire de Marseille, pendant l'éclipse totale de Lune du 4 octobre* 1884, par MM. **Stephan** et **Borrelly.**

« Un éminent astronome de l'observatoire de Poulkova, M. Döllen, a fait remarquer récemment que l'on a trop négligé jusqu'ici d'observer les occultations d'étoiles pendant les éclipses totales de Lune : le diamètre apparent moyen de notre satellite, tel qu'il est fourni par les occultations, n'est pas connu à une seconde près; or, si tous les observatoires, qui se rouvent en situation favorable lors d'une même éclipse, s'entendaient pour observer toutes les occultations qui se produisent pendant le phénomène, on pourrait tirer de l'ensemble de ces observations, obtenues en une seule soirée, une valeur du diamètre apparent lunaire plus précise que celle qui résulterait d'observations poursuivies, à la manière habituelle, durant une longue suite d'années.

» Espérant que son appel serait entendu, pour l'éclipse du 4 octobre dernier, M. Döllen a donné, dans le numéro 2615 des *Astronomische Nachrichten*, une liste de 116 étoiles d'occultation, jusqu'à la 10e grandeur. En outre, on a pris la peine de calculer à l'avance, à Poulkova, pour un très grand nombre d'observatoires, les temps approchés d'immersion et d'émersion des étoiles de ladite liste qui devaient s'éclipser pour ces divers lieux d'observation, ainsi que les angles de position des points de contact.

» M. le Directeur Otto Struve ayant eu l'obligeance de nous communiquer, en temps utile, la partie de ce travail préparatoire qui concernait Marseille, nous avons pris nos dispositions pour répondre de notre mieux à l'attente de M. Döllen.

» Malheureusement le nombre des contacts, que nous avons pu noter, a été fort restreint : d'une part, les étoiles de la liste de M. Döllen, dont la plus belle n'était que de 8-9e grandeur, n'ont commencé à devenir visibles que très peu de temps avant le deuxième contact, et, aussitôt après le troisième, elles se sont éteintes de nouveau dans la lumière du fond du ciel. Ce n'est donc que pendant la phase de la totalité, très longue il est vrai pour cette éclipse, que les observations d'occultation ont été possibles. De plus, pendant la totalité, il s'est formé des nuages qui nous ont fait perdre quelques contacts.

» Les observations ont été faites, par M. Borrelly, avec un équatorial dont l'objectif, de Merz, a $0^m,258$ de diamètre, et par moi, avec le télescope Foucault, de $0^m,80$.

Noms des étoiles.	Grandeur.		Temps moyen de Marseille. Stephan. h m s	Borrelly. h m s	
Nos 85	10	Immersion.	9.46.39,7	9.46.40,0	
81	9-10	»	9.46.48,9	9.46.48,9	
61	9	Émersion.	9.49.53,3	9.49.52,4	
Anonyme (Q = 110°)	9-10	Immersion.		9.56.22,4	
Anonyme (Q = 110°)	9-10	»		9.56.23,4	
N° 63	8-9	Émersion.	10. 4. 5,3	10. 4. 5,1	
Anonyme (Q = 80°)	10-11	Immersion.	10.17. 0,1	10.17. 0,0	
Nos 94	9-10	»	10.21. 1,2	10.21. 1,2	
85	10	Émersion.		10.43.47,9?	Nuages.
96	10	Immersion.			Nuages.
106	10	»	10.54.12,7?		Nuages.
81	9-10	Émersion.	11. 1.13,3	11. 1.12,8	
107	10	Immersion.	11. 3.21,4	11. 3.22,5	
108	9-10	»	11. 5. 5,9	11. 5. 6,2	
109	8-9	»	11. 5.23,9	11. 5.24,6	

» Les numéros de la première colonne sont ceux de la liste donnée par M. Döllen, dans la livraison 2615 des *Astr. Nachr.*

» Contrairement aux indications de la liste, les étoiles 69 et 74 n'ont pas été occultées; l'étoile 85 s'est immergée avant l'étoile 81.

» Pendant cette éclipse, l'ombre a été d'un noir foncé remarquable. A peine le premier contact avait-il eu lieu, que la portion éclipsée du disque devenait invisible, même dans le télescope. C'est seulement à l'approche du deuxième contact que le pourtour lunaire a commencé à se montrer dans son entier avec une faible teinte : cette sorte de lueur cendrée a persisté pendant toute la totalité, mais, aussitôt après le troisième contact, la partie située dans l'ombre s'est effacée de nouveau.

» A l'œil nu, l'échancrure noire semblait presque aussi nettement délimitée que dans une éclipse de Soleil, et pendant toute la période de totalité la Lune cessa d'être visible : il ne subsistait qu'une petite nébulosité, d'un faible éclat, où un observateur non prévenu aurait été dans l'impossibilité de soupçonner la présence de la Lune.

» Quant à la teinte rouge, si fréquemment signalée à l'occasion des éclipses antérieures, elle a presque complètement fait défaut; c'est seulement un peu après le troisième contact qu'elle a apparu d'une manière éphémère et avec très peu d'intensité. »

GÉOLOGIE. — *Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du mont Blanc.* Note de M. **Alph. Favre.**

« La Carte à l'échelle de $\frac{1}{250000}$, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, indique le développement maximum des anciens glaciers d'une partie de la Suisse et, autant que cette échelle le permet, les trois éléments principaux apportés jadis par les glaciers. Ce sont : le terrain glaciaire, les blocs erratiques et les moraines. Ce travail, qui sera bientôt, j'espère, accompagné d'un texte, est le résultat de mes propres recherches et de celles de nombreux naturalistes qui m'ont communiqué leurs observations avec une parfaite obligeance.

» J'ai tracé au moyen de diverses couleurs les bassins glaciaires, qui sont fort différents des bassins hydrographiques. La teinte foncée indique le glacier, et la teinte claire les névés. J'ai mis cette dernière teinte sur les glaciers actuels pour ne pas trop charger la Carte.

» Les grands glaciers sont au nombre de sept, en comptant deux glaciers savoisiens. Ce sont : une branche du glacier de l'Isère, le glacier de l'Arve, s'étend du mont Blanc au lac du Bourget; celui du Rhône commence à la Furca, s'arrête à Lyon d'un côté et au Rhin, près de Laufenbourg, de l'autre. Il a franchi le Jura pour arriver à Ornans, près de Besançon; celui de l'Aar provient des glaciers de ce nom, s'arrête à Berne; celui de la Reuss sort du massif du Saint-Gothard, se termine près du Rhin; celui de la Limmat vient des montagnes de Glaris, s'étend jusqu'au Rhin; enfin l'énorme glacier du Rhin sort des Grisons, traverse la Souabe et ne s'est arrêté que près de Sigmaringen, sur la rive gauche du Danube.

» Les blocs erratiques encore nombreux dans la plaine ont été cependant activement exploités. On en trouve aussi beaucoup sur les flancs des montagnes. Presque tous les bassins glaciaires renferment des roches spéciales qui ont servi à les délimiter. C'est ainsi qu'on reconnaît pour être une roche valaisane le bloc de 2060^{mc} qui s'est arrêté sur le Steinhol, près de Soleure, à 46 lieues de son point de départ.

» Les blocs qui sont à une élévation telle, qu'elle représente le maximum de la hauteur atteinte par l'ancien glacier, sont relativement rares. A eux s'attache un intérêt particulier. En effet, en prenant la hauteur de l'un de ces blocs au-dessus du niveau de la vallée voisine, on connaît, sur ce point, quelle a été jadis l'épaisseur de la glace; puis, en mesurant successivement,

le long d'une vallée, l'élévation de plusieurs de ces blocs au-dessus du niveau de la mer, on arrive à connaître la pente de la surface de l'ancien glacier.

» Voici un exemple tiré de la vallée de l'Arve. Sur le mont Lacha, montagne calcaire, qui s'appuie contre le mont Blanc, au-dessus des Houches, vallée de Chamonix, il existe un bloc granitique à 2000^m au-dessus du niveau de la mer. La vallée est à 820^m, au pont Pélissier. Le glacier avait donc ici une épaisseur de 1181^m.

» A une distance de 10^{km} à l'est, on peut voir sur le mont Joly, montagne calcaire, un groupe de roches cristallines à 1800^m d'élévation. La différence de niveau entre le bloc du mont Lacha et ceux du mont Joly est de 200^m, et la pente de la surface du glacier est de 20 pour 100. La vallée de l'Arve près du mont Joly est à 563^m; l'épaisseur de la glace était donc ici de 1235^m.

» A 35^{km} en aval, près de la pointe d'Andey ou mont Brizon, au sud de Bonneville, j'ai observé un bloc de granite à 1665^m d'élévation. La différence de niveau entre les blocs du mont Joly et ce dernier bloc est de 135^m et la pente de la surface du glacier était de 4 pour 100. La vallée de l'Arve est au pied du Brizon, à 445^m; l'épaisseur du glacier était donc ici à 1220^m.

» Enfin, à 20^{km} du Brizon, du côté de Genève, s'élève le mont Salève, sur lequel on voit des blocs à 1308^m. La différence de niveau entre le bloc du Brizon et ceux du Salève est de 357^m, et la pente du glacier est de 17 pour 100. L'élévation de la plaine de l'Arve, à l'est du Salève, est de 460^m, et la puissance du glacier de 848^m.

» On peut donc mesurer maintenant la pente de la surface des anciens glaciers au moyen des chiffres semblables à ceux dont je viens de me servir, et qui sont très nombreux dans les bassins glaciaires de ma Carte.

» Encore un mot sur l'extension du glacier du Rhône. Celui-ci atteignait une hauteur de 1650^m à Morcles, au-dessus de Saint-Maurice, au débouché du Valais. Au-dessous, la vallée est à 440^m et l'épaisseur du glacier de 1210^m. Après s'être avancé dans diverses directions, le glacier s'est dirigé de Morcles au Chasseron, montagne située dans le Jura, au-dessus de la ville d'Yverdon et à 78^{km} de Morcles. Les blocs de roches valaisanes sont, au Chasseron, à 1352^m, soit à 298^m moins haut qu'à Morcles; la pente du glacier est donc de 4 pour 100. La plaine près du Chasseron est à 431^m, et la puissance du glacier a été de 915^m.

» La surface de ce grand glacier avait peu de pente en suivant le Jura

au nord-est. En effet, à 57^{km}, on remarque des blocs valaisans à 1306^m sur le Chasseral, au-dessus de Bienne (Biel). Ces blocs sont à 46^m au-dessous de ceux du Chasseron. Cette petite différence indique que la pente du glacier était de 0,8 pour 100. La plaine étant à 436^m, l'épaisseur de l'ancien glacier a été de 870^m.

» A 16^{km} plus au nord-est encore, on a découvert un bloc à 1221^m sur le Burenberg, près du village de Grenchen. La différence de niveau entre les blocs du Chasseral et celui du Burenberg est de 85^m, et la pente du glacier était de 5 pour 100. La plaine étant à 432^m, l'épaisseur du glacier était de 789^m.

» A 67^{km} au nord-est, à Linn, près de Brugg, les blocs supérieurs sont à 586^m. Leur différence de niveau avec le bloc du Burenberg est de 635^m. La pente du glacier a donc été 9 pour 100 et, l'Aar étant à 343^m, la puissance du glacier a été de 243^m.

» De Linn l'ancien glacier du Rhône s'abaisse peu à peu jusqu'au Rhin; l'épaisseur de la glace va en diminuant, mais la configuration du sol met un obstacle à l'exactitude des mesures.

» Si l'on examine le grand glacier du Rhône, du Chasseron au sud-est, au travers de la plaine suisse jusqu'aux Alpettes, au sud de Bulle, on retrouve sur cette montagne des blocs valaisans à 1350^m. Cette élévation est la même que celle des blocs du Chasseron et le glacier était horizontal sur 45^{km} de largeur.

» En examinant ce même glacier sur 92^{km}, du Chasseron au mont Salève, où des blocs de roches cristallines se montrent à 1308^m, on voit qu'il n'y a que 44^m de différence de hauteur avec les blocs du Chasseron : la pente du glacier a été de 0,4 pour 100.

» Les mesures que je viens de donner nous montrent que l'ancien glacier du Rhône présentait une horizontalité presque complète dans une partie de sa longueur du Chasseral au Salève sur 149^{km} et dans sa largeur sur 45^{km} du Chasseron aux Alpettes. Cette grande plaine de glace devait avoir beaucoup de ressemblance avec une grande partie du Groënland.

» Les moraines des anciens glaciers sont très nombreuses, comme l'indique la Carte. Beaucoup d'entre elles sont composées de terrain argileux ou marneux avec galets striés et des blocs plus ou moins gros : telles sont celles de Thoune, de la vallée de la Kander, des environs de Berne, de Sursee, de Hallwyl, de Muri, de Mellingen, des bords du lac de Zurich, etc. D'autres sont presque uniquement formées de plusieurs milliers de roches cristallines, qui sont hors de terre : telles sont celles de Combloux et de

Césarge, vallée de l'Arve, de Monthey, vallée du Rhône, de Soleure, du Steinberg au bord du lac de Laverz, etc. On y voit des blocs qui atteignent 700^{mc}, 1000^{mc}, 1700^{mc} et même 2000^{mc}.

» Je dirai, en terminant, qu'à la suite de la publication d'une brochure rédigée par MM. B. Studer, L. Soret et moi (*Appel aux Suisses*, 1867), des particuliers et des Sociétés savantes ont acheté des blocs remarquables pour les conserver, puis des Conseils municipaux de communes et des gouvernements cantonaux ont pris des arrêtés pour en protéger d'autres. »

M. **Alph. Milne-Edwards** présente à l'Académie un bloc de ponce pesant 6^{kg} et couvert d'anatifes, qui a été trouvé flottant sur la mer, le 13 avril, à 15 milles au large de la côte de Madagascar, par 14°35′ de latitude sud et 48°2′ de longitude est. Ce bloc a été recueilli par M. Antoine, commandant du *Boursaint* et envoyé en France par les soins de M. Humblot, chargé par M. le Ministre de l'Instruction publique d'une mission en Afrique; suivant toute probabilité, ce bloc provient de l'éruption du Krakatoa qui a eu lieu le 26 août 1883.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **P. Radiot** adresse une réclamation de priorité, accompagnée de divers documents, sur un projet d'aérostat dirigeable dont il est l'inventeur.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Valet** adresse une Note relative à diverses formules, qui permettent de déterminer la vitesse des navires à hélice ou à aubes.

(Renvoi à l'examen de M. Dupuy de Lôme.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale l'envoi, fait à l'Académie, de quelques Communications nouvelles concernant le choléra.

(Renvoi à la Commission.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, deux exemplaires du tome XI de la « Statistique annuelle de la France (année 1881) ».

ASTRONOMIE. — *Observations, faites à l'Observatoire de Marseille, des planètes* (240) *et* (241) *et de la nouvelle comète Max Volf.* Communiquées par M. **Stéphan**.

Planète (240), *Vanadis* (Borrelly.)

Dates. 1884.	Heures de l'observation. (Temps moyen de Marseille.)	Ascension droite apparente de (240).	Distance polaire apparente de (240).	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Étoiles de comp.	Observat.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Août 29....	9.32.40	22.35.13,87	101.28.31,0	$-\bar{1},4285$	$-0,8459$	1	Borrelly.
30....	8.22.52	22.34.25,04	101.34.10,0	$-\bar{1},5723$	$-0,8300$	1	»
Sept. 1....	9. 6.28	22.32.40,37	101.46. 1,3	$-\bar{1},4568$	$-0,8486$	1	»
2....	9.22.21	22.31.48,95	101.52. 0,8	$-\bar{1},4059$	$-0,8472$	1	»
6....	10.28.19	22.28.10,83	102.14.28,6	$-\bar{1},0164$	$-0,8643$	2	»
7....	9. 4.11	22.27.23,71	102.19.34,9	$-\bar{1},3933$	$-0,8528$	2	»
8....	9.13.21	22.26.33,56	102.25. 1,4	$-\bar{1},3476$	$-0,8561$	2	»
9....	7.56.53	22.25.47,18	102.29.56,2	$-\bar{1},5200$	$-0,8391$	2	»
15....	8.59.32	22.21.11,15	102.59.23,4	$-\bar{1},2768$	$-0,8618$	3	»
16....	8.10.14	22.20.30,89	103. 3.40,0	$-\bar{1},4216$	$-0,8536$	3	»
17....	8.23. 2	22.19.47,88	103. 7.55,3	$-\bar{1},3745$	$-0,8574$	3	»
18....	8. 7.30	22.19. 6,63	103.12. 2,6	$-\bar{1},4060$	$-0,8556$	3	»
19....	8. 2.21	22.18.26,17	103.15.52,8	$-\bar{1},4070$	$-0,8553$	3	»
20....	8.42.38	22.17.46,79	103.20.14,7	$-\bar{1},2530$	$-0,8644$	4	»
22....	7.52.56	22.16.33,59	103.27.18,0	$-\bar{1},3962$	$-0,8573$	4	»
24....	8.38.19	22.15.23,19	103.33.58,1	$-\bar{1},0885$	$-0,8676$	4	»

Planète (241), *Germania* (Luther.)

Dates. 1884.	Heures de l'observation. (Temps moyen de Marseille.)	Ascension droite apparente de (241).	Distance polaire apparente de (241).	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Étoiles de comp.	Observat.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Sept. 15....	10.50.16	0. 9.46,62	79.35.26,2	$-\bar{1},3037$	$-0,6948$	5	Borrelly.
16....	8.56.44	0. 9. 5,49	79.39.11,8	$-\bar{1},5413$	$-0,7232$	5	»

Dates. 1884.	Heures de l'observation. (Temps moyen de Marseille.)	Ascension droite apparente de (241).	Distance polaire apparente de (241).	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Étoiles de comp.	Observat.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Sept. 17....	9.10. 4	0. 8.20,08	79.43.25,7	—1̄,5117	—0,7176	5	»
18....	9. 4.28	0. 7.34,80	79.47.30,5	—1̄,5139	—0,7185	6	»
19....	8.45.56	0. 6.50,07	79.51.57,7	—1̄,5362	—0,7234	6	»
20....	9.37.59	0. 6. 2,68	79.56.32,9	—1̄,4098	—0,7074	6	»
22....	9.16.42	0. 4.31,84	80. 5.47,7	—1̄,4243	—0,7120	6	»

Comète découverte, par M. Max Wolf, *à Heidelberg, le* 17 *septembre* 1884.

Dates. 1884.	Heures de l'observation. (Temps moyen de Marseille.)	Ascension droite apparente de ☄.	Distance polaire apparente de ☄.	Log. fact. par. en Æ.	Log. fact. par. en ℘.	Étoiles de comp.	Observat.
	h m s	h m s	° ′ ″				
Sept. 24....	11.17.48	21.17.24,08	69.24. 5,5	1̄,4176	—0,5820	7	Stéphan.
27....	9.52. 6	21.19.19,92	70.45.52,9	1̄,0837	—0,5672	8	»
28....	9.54. 1	21.20. 5,34	71.14.30,1	1̄,1164	—0,5763	9	»
29....	9.56.16	21.20.53,65	71.43. 5,2	1̄,1478	—0,5854	10	»
Oct. 8....	10.21.41	21.30. 9,79	76. 5.55,9	1̄,3608	—0,6609	11	»
10....	10.35.52	21.32.41,58	77. 6.18,1	1̄,4154	—0,6785	12	»

» La découverte de la comète Wolf a été annoncée, à Marseille, pour la première fois, le 24 septembre, par un télégramme de l'Observatoire de Paris.

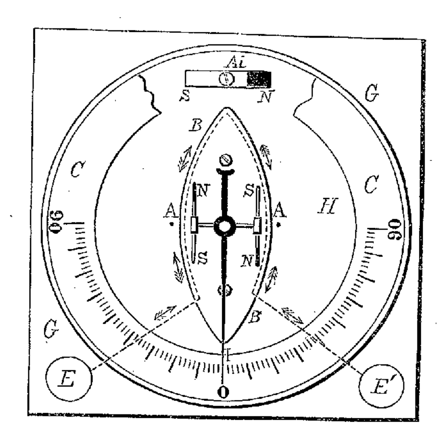
Étoiles de comparaison. — Positions moyennes adoptées pour 1884,0.

Étoiles	Noms.	Ascension droite.	Distance polaire.	Autorité.
		h m s	° ′ ″	
1....	7849 B. A. C., 6ᵉ.	22.25.32,20	101.29.54,8	Cat. B. A. C.
2....	44167 Lalande, 8ᵉ.	22.30.46,37	102.19.48,5	Cat. Lal.
3....	7835 B. A. C., 6ᵉ-5ᵉ.	22.23.28,91	103.30.28,1	Cat. B. A. C.
4....	9830 Yarnall, 7ᵉ-7ᵉ.	22.18.32,32	103.32,39,2	Cat. Yarnall.
5....	180 Weisse (a. c.), H. O., 7ᵉ.	0.12.18,75	79.26.11,9	Cat. W.
6....	154 Weisse (a. c.), H. O., 8ᵉ.	0.11. 3,44	80.15.15,8	Cat. W.
7....	349 Weisse (n. c.), H. XXI, 8ᵉ.	21.16.10,24	69.10.30,9	Cat. W.
8....	9335 Yarnall, 4ᵉ-5ᵉ.	21.16.43,17	70.41.29,1	Cat. Yarnall.
9....	386 Weisse (n. c.), H. XXI, 8ᵉ-9ᵉ.	21.17.27,83	71.24.54,1	Cat. W.
10....	9198 Rumker, 8ᵉ-7ᵉ.	21.22.48,09	71.43.14,1	Cat. R.
11....	587 Weisse (a. c.), H. XXI, 8ᵉ-9ᵉ.	21.26.38,29	76. 8. 2,9	Cat. W.
12....	824 Weisse (a. c.), H. XXI, 9ᵉ.	21.35.45,60	77. 6.21,5	Cat. W.

ÉLECTRICITÉ. — *Galvanomètre à aiguilles astatiques*. Note de M. **E. Ducretet**.

« Le cadre de ce galvanomètre est formé d'une simple plaque B (isolante, ou en cuivre rouge, pour servir d'amortisseur), avec gorge annulaire recevant le fil isolé dans lequel le courant circulera. Ce fil arrive aux bornes E, E'.

» Le cadre B est fixé *à plat* sur le socle H de l'instrument; immédiatement au-dessus, se trouve l'équipage astatique AA; un index I donne la valeur de la déviation sur le cadran C. Les deux aiguilles NS, NS de ce système astatique sont dans le *même plan horizontal;* elles circulent



au-dessus du cadre même, dès qu'un courant le traverse. La disposition de ce système astatique diffère essentiellement de celles que l'on connaît et qu'il est inutile de décrire. A volonté, on emploie l'aimant directeur A*i*.

» On augmente encore la sensibilité de cet instrument en mettant *au-dessus* du système astatique AA un deuxième cadre plat, semblable au premier fixé *en dessous*. Les fils des deux cadres sont alors combinés entre eux. Le système astatique circule ainsi entre deux cadres plats. Il est mobile sur une pointe très déliée, avec chape d'agate, ou bien il est suspendu par un fil de cocon. Un globe G à dessus plat, en glace, recouvre le tout.

» Cette disposition a l'avantage de permettre la réalisation d'un galvanomètre très simple, sensible, à lecture facile et d'une forme *très plate*. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *De la dislocation mécanique des images persistantes.* Note de M. **F.-P. Le Roux.**

« La persistance des impressions de la rétine fait succéder à la contemplation d'un objet vivement éclairé une sensation subjective rappelant avec plus ou moins de netteté la sensation objective. Ces perceptions consécutives ont été étudiées par de nombreux observateurs sous le nom d'images *accidentelles*. On ne sait rien sur leur cause physiologique.

» En attendant que des observations anatomiques permettent de tenter l'explication de ces phénomènes, voici un nouvel ordre de faits auxquels toute théorie devra satisfaire.

» J'ai remarqué depuis longtemps que ces images accidentelles, que j'appellerai plus volontiers *persistantes*, peuvent éprouver des modifications considérables lorsque l'observateur est vivement cahoté, en chemin de fer par exemple. Si, dans ces circonstances, on ouvre l'œil un instant dans la direction du Soleil, comme pendant cet instant, si court qu'il soit, il se produit généralement plusieurs cahots, l'œil conserve plusieurs impressions séparées, deux ou trois, le plus souvent. Tandis que j'étudiais ces images au point de vue de leur coloration, mon attention fut attirée sur ce fait que trois images, par exemple, tout d'abord observées, pouvaient se réduire à deux, ou bien qu'en ayant primitivement observé deux j'en voyais apparaître une troisième.

» Je crus pendant quelque temps que l'effet des cahots était de provoquer, par une sorte d'exfoliation, un dédoublement de certaines de ces images, ou de ramener à la superposition deux images provenant d'un dédoublement.

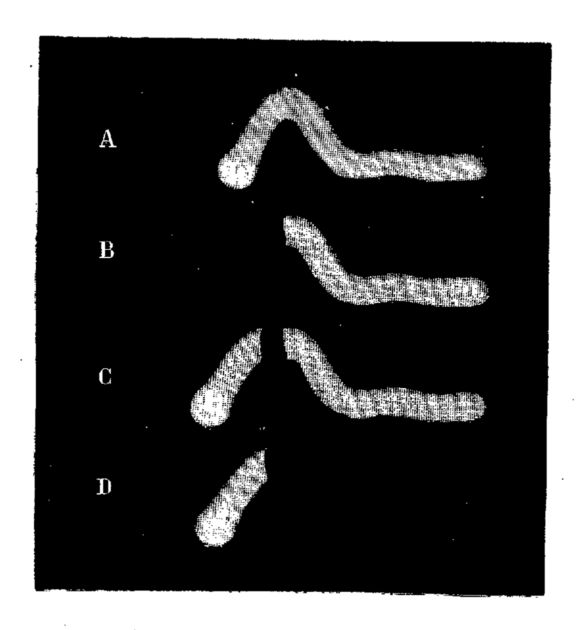
» En étudiant les faits dans cette hypothèse, je remarquai qu'il y avait quelquefois certains détails qui différaient dans les images que je supposais provenir d'un dédoublement. Je fus alors amené à préférer comme objets d'étude les images irrégulières. J'en arrivai à conclure que les phénomènes observés constituaient une véritable dislocation du champ de la persistance, les images se séparant en parties pouvant s'éloigner plus ou moins l'une de l'autre, et, ce qui est plus singulier, certaines pouvant cesser temporairement d'être visibles pour réapparaître ensuite.

» Ces changements se font brusquement, sous l'influence de cahots dont l'observateur a parfaitement conscience. Dans mon cas, ils demandent, pour se produire, une vitesse supérieure à celle moyenne des trains express,

un certain état de la voie et sans doute une suspension des voitures plus ou moins imparfaite. C'est dans les voitures de deuxième classe de la ligne de l'Est que je puis le plus facilement voir se réaliser le phénomène.

» Les effets de persistance pouvant durer jusqu'à huit ou dix minutes, on peut étudier à loisir les diverses modifications que peuvent subir les images. Pour concevoir la formation de celles que j'ai appelées irrégulières, il faut remarquer que, si, pendant la durée de la contemplation de la source lumineuse, l'orientation du globe oculaire a varié d'une manière continue, par suite d'un balancement à longue période, on aura pour image une traînée affectant des formes plus ou moins irrégulières. On imagine facilement que les irrégularités en question puissent être plus ou moins favorables à l'observation des dislocations qui peuvent se produire.

» Dans la figure ci-dessous, je donne comme exemple quatre différents



aspects d'une même image. Ils paraissent être les seuls qui puissent se produire. Ils sont classés non dans un ordre méthodique, mais dans celui où ils se sont présentés, et le cycle s'est fermé par la reproduction de la figure primitive.

» L'image persistante normale, observée au moment de la fermeture de l'œil après une contemplation très courte du disque solaire, est désignée par (A). Elle est continue, et sa forme présente des accidents propres à servir de repères.

» La première dislocation (B) a eu pour effet de faire disparaître la partie gauche de l'image.

» La seconde dislocation (C) nous montre que la partie disparue n'est pas anéantie. Il y a eu commencement de rapprochement.

» La figure (D) fait voir que l'effet d'un certain cahot a été de laisser subsister la partie gauche qui était disparue la première puis réapparue et de faire disparaître la partie de droite.

» Tous les effets qui peuvent se produire se ramènent à l'une des quatre apparences qui sont ici figurées, mais peuvent se manifester dans un ordre quelconque.

» Jusqu'à présent je n'ai jamais vu les images se scinder autrement qu'en deux parties et dans le sens vertical, avec l'un et l'autre œil. Enfin aucun autre moyen que le cahotement du chemin de fer ne m'a réussi pour produire les effets signalés.

» Je ne puis savoir si le phénomène se produit en vertu d'un état pathologique ou s'il est normal; mais, depuis plusieurs années que je l'étudie, je l'ai vu se reproduire avec la même facilité dans les mêmes circonstances.

» La nature de l'action déterminante, qui est ici un certain cahotement, montre que la cause est le déplacement relatif de certaines parties de l'appareil de la vision, déplacement qui pourrait aussi bien avoir lieu dans la masse cérébrale que dans l'œil lui-même. Mais, dans la recherche de l'explication, il ne faut pas perdre de vue cette circonstance que le déplacement dont il s'agit n'affecte que des portions d'organe antérieurement modifiées par une impression lumineuse objective. La discontinuité qui survient dans l'image persistante n'est pas accompagnée de cécité dans la portion du champ où elle se produit. Ainsi, si l'on vient à entr'ouvrir l'œil au moment où l'on perçoit, par exemple, l'apparence (B), pour laquelle une portion de l'image a disparu, on n'aperçoit aucune lacune dans le champ de la vision objective. On peut vérifier que la modification de l'image persistante n'a d'ailleurs pas changé; car, en refermant l'œil, on voit encore celle-ci dans le même état.

» Si l'on veut chercher la cause du phénomène dans la partie antérieure de l'appareil de la vision, c'est-à-dire dans l'œil lui-même, on pourrait peut-être supposer que la membrane hyaloïde limitant la couche rétinienne du côté d'où vient la lumière recevrait de la part de cet agent des modifications plus ou moins persistantes, et que c'est en vertu de ces modifications que l'appareil nerveux sous-jacent continue à être impressionné. Cette membrane, sous l'influence d'actions mécaniques suffisamment vio-

lentes, pourrait éprouver une distension dans certaines parties de moindre résistance, ce qui aurait pour effet d'amener les parties impressionnées en contact avec d'autres fibres nerveuses et produirait la discontinuité dans l'image persistante, puis lorsque, par l'effet d'une action mécanique de sens contraire à la première, les parties séparées par distension reviendraient à leur position primitive, l'image réapparaîtrait avec sa forme initiale. On pourrait aussi imaginer que cette membrane fût formée de feuillets se croisant les uns sur les autres. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur un camphre trichloré.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« Dans la préparation des camphres mono- et deutochlorés normaux et isomères sous l'action du chlore sur le camphre ordinaire au sein de l'alcool absolu, nous avons montré que le produit bisubstitué était le dernier terme de chloruration possible dans ces conditions.

» Nous sommes parvenu à obtenir un produit de trichloruration en dirigeant un courant de chlore jusqu'à saturation dans le camphre monochloré normal chauffé au bain-marie. Le camphre monochloré fond à 83°-84°. Dans ces conditions de température, la trichloruration ne semble pas sensiblement dépassée.

» Nous avons dirigé ainsi dans 100^{gr} de camphre monochloré le chlore de 700^{gr} de chlorure de sodium. Il se dégage de l'acide chlorhydrique entraîné avec l'excès de chlore. Le produit résultant reste liquide jusqu'au-dessous de 30° à la faveur de l'acide chlorhydrique dissous. On agite à plusieurs reprises la masse avec de l'eau pour enlever toute trace d'acide. La masse restant fond vers 50°. Nous l'avons purifiée en la dissolvant dans l'alcool et soumettant au froid d'un mélange de glace et de sel. L'alcool se sépare en deux couches liquides. La majeure partie du produit forme avec l'alcool une combinaison moléculaire liquide dense qui gagne le fond du vase, puis se solidifie au-dessous de 0°. On recueille une masse pâteuse qui se décompose par l'eau, puis qu'on soumet à une pression énergique pour enlever une matière étrangère liquide qui l'imprègne, terme de chloruration plus avancé sans doute, se décomposant sous l'influence de la lumière en devenant noire et acide.

» Il reste une masse blanche en petits cristaux. Par redissolution dans

l'alcool et précipitation par l'eau, on obtient un produit d'une grande blancheur qui, soumis à l'analyse, a donné :

Pour matière........	0,53 gr	Pour matière........	0,78 gr
CO^2..............	0,9067	AgCl..............	1,22
H^2O..............	0,2195		

	En centièmes.	Pour $C^{10}H^{13}Cl^3O$.
C..................	46,65	46,96
H..................	4,60	5,08
Cl..................	42,30	41,68

» Ce camphre trichloré se présente sous forme de petits cristaux blancs microscopiques qui se massent sous le pilon, peu odorants, moins odorants que les dérivés bisubstitués et rappelant les produits térébenthinés. Il est insoluble dans l'eau, très soluble dans l'alcool froid, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone et tous les dissolvants du camphre.

» Avec l'alcool faible, il forme une combinaison moléculaire liquide qui gagne le fond du vase. Il se liquéfie dans les vapeurs d'éther et de chloroforme comme les dérivés mono- et deutochlorés du camphre β.

» Il fond et se solidifie à $+54°$. Le point de fusion semble s'abaisser avec le degré plus avancé de chloruration. Le pouvoir rotatoire est dirigé à droite :

$$[a]_j = +64°.$$

» Ce résultat a été obtenu avec une solution alcoolique à $4^{gr},57$ pour 100. Ce pouvoir rotatoire diffère peu du pouvoir rotatoire du camphre bichloré normal.

» Le camphre trichloré se décompose à l'ébullition avec d'abondantes vapeurs d'acide chlorhydrique et formation de produits carbonés noirs. La température s'élève rapidement au delà de 250° et suit une marche ascensionnelle au delà de 300°, continue avec décomposition. Une faible partie du camphre trichloré distille sans décomposition.

» Ce camphre trichloré me paraît appartenir, d'après son aspect, ses caractères de solubilité et de cristallisation, à la série β des camphres chlorés dont nous avons décrit les premiers termes mono- et bisubstitués, congénères des camphres mono- et deutochlorés, que nous avons appelés normaux. Il reste à trouver les conditions de préparation du camphre trichloré normal, faisant suite aux deux premiers termes connus, qui cris-

tallisent magnifiquement et sont moins solubles dans les différents dissolvants. »

ZOOLOGIE. — *La première larve de l'*Epicauta verticalis. Note de M. H. Beauregard, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Pour faire suite à ma première Communication (séance du 21 juillet 1884) relative au développement des Insectes de la tribu des Vésicants, j'ai l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences la description de la première larve issue de l'œuf de l'*Epicauta verticalis* (Illig). Le genre *Epicauta*, représenté en Europe par cette seule espèce, en compte en Amérique, au contraire, un assez grand nombre. Riley a fait connaître le curieux mode de développement de ces *Epicauta* américains, et il a montré que tout différemment des larves des autres Vésicants dont l'hypermétamorphose est connue pour s'opérer dans les cellules de divers Hyménoptères où elles vivent en parasites, les larves de ces *Epicauta* sont parasites des nids de certains Orthoptères. Il était intéressant de savoir si l'espèce européenne (*Epicauta verticalis*) a des mœurs semblables. Depuis plusieurs années déjà cette question me préoccupait, mais je n'avais pu la faire avancer d'un pas, car ces Insectes ne sont pas très abondants en France, et leurs apparitions semblent assez irrégulières.

» J'ai eu cette année l'heureuse chance de recevoir un lot d'une vingtaine d'*Epicauta* bien vivants et en parfait état, qui m'ont été envoyés le 30 juillet par M. François, instituteur à Saint-Victor-la-Coste, dans le Gard. Je les installai immédiatement, comme j'ai coutume de faire pour mes éducations d'Insectes, dans une grande cage à parois de toile métallique, dont le sol est formé d'une couche de terre de $0^m,10$ d'épaisseur environ. Je les pourvus abondamment de luzerne, plante qu'ils dévorent avidement, et je pus les conserver ainsi pendant une quinzaine de jours.

» Le 8 août, comme j'avais remarqué que la terre était remuée en divers endroits et qu'un individu femelle que j'observais avec soin depuis plusieurs jours avait perdu son énorme volume, je fis quelques fouilles et je finis par découvrir dans la terre, à $0^m,04$ ou $0^m,05$ de profondeur, un paquet d'une quarantaine de gros œufs, d'un blanc jaunâtre, mesurant $2^{mm},5$ de long sur 1^{mm} de large; je les recueillis avec soin et les plaçai dans un tube.

» Plus d'un mois après, c'est-à-dire le 12 septembre, ces œufs commencèrent à éclore et livrèrent passage à des larves entièrement blanches,

longues de 3^{mm} à $3^{mm},5$, par conséquent très volumineuses relativement aux larves de la Cantharide, qui n'atteignent pas plus de 1^{mm} à $1^{mm},5$ de longueur. De longs poils roux hérissent les régions dorsale et latérale de leurs segments. Au bout de quelques heures (douze heures environ) ces larves prennent une teinte grise, puis noire, qui se répand sur tous les segments à l'exclusion de la face ventrale.

» La tête est d'un brun marron. Ces larves assez agiles se meuvent au moyen de trois paires de longues pattes rousses. Elles fouissent la terre et tendent toujours à s'y enfoncer. Au moindre contact, elles se roulent en boule à la façon des larves de Cantharide, et restent immobiles. Leur agilité ne dure que très peu de jours, au bout desquels je les trouvais toutes inertes, repliées sur elles-mêmes.

» Les essais d'éducation que j'ai tentés sur ces larves sont encore bien imparfaits. Ils me permettent de penser toutefois que leur régime se rapproche beaucoup de celui des larves d'*Epicauta* d'Amérique. D'ailleurs, la description succincte que je donne ci-dessous de mes larves répond dans tous ses points essentiels aux descriptions de Riley.

» *Première larve de l'*Epicauta verticalis. — Longueur, $3^{mm},8$; largeur, 1^{mm}.

» *Tête*, à peu près sphérique, inclinée.

» *Antennes*, de quatre articles, dont trois superposés et le quatrième régulièrement conique, hyalin, inséré à côté du troisième, qui le dépasse et présente quelques poils terminaux.

» *Labre*, membraneux, velu. *Mandibules*, fortes, dentées en scie, sur la moitié antérieure de leur bord interne. *Mâchoires*, membraneuses, pourvues d'un long palpe de trois articles, dont le dernier, allongé, irrégulièrement ovoïde, offre une large surface interne hérissée de petits poils courts, hyalins, tubuleux. *Lèvre inférieure* pourvue de deux palpes de deux articles dont le terminal, très long, est cylindrique et terminé par une surface convexe.

» Le *premier segment thoracique* est deux fois au moins aussi large que le second, qui lui-même est un peu plus développé que le troisième.

» *Segments de l'abdomen* au nombre de neuf, comprenant tous une pièce tergale testacée et deux pièces pleurales moins dures sur lesquelles siègent les stigmates. Les deux derniers anneaux offrent, en outre, une pièce ventrale testacée, de telle sorte que ces anneaux sont complets. Les poils qui garnissent tous les segments du corps sont longs, raides et dirigés en arrière. Ceux des segments abdominaux présentent chacun à leur base

une petite épine courte et robuste, sauf aux deux derniers segments.

» Les *pattes*, longues de 1^{mm}, sont remarquablement armées d'épines larges, en forme de dague, qui garnissent principalement la hanche, le trochanter et la cuisse. Les *tibias* sont, au contraire, recouverts de poils grêles, allongés, sauf deux ou trois épines qui siègent à leur extrémité terminale.

» Les *ongles*, au nombre de trois, consistent, comme chez la larve de Cantharide, en une lame médiane aiguë, un peu courbe, longue et large, et deux lames latérales plus grêles et plus courtes qui s'insèrent latéralement à la base de la première. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux nouvelles espèces d'Ascidies simples (famille des Phallusiadées)*. Note de M. **Roule** (¹), présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Dans une Note que j'ai eu l'honneur d'adresser à l'Académie (*Comptes rendus*, 1883), et dans un Mémoire inséré dans les *Annales du Musée d'Histoire naturelle de Marseille*, j'ai décrit les espèces de Phallusiadées qui vivent sur les côtes de Provence; depuis, afin d'achever l'étude de nos Ascidies simples méditerranéennes, j'ai entrepris l'examen des Cynthiadées et des Molgulidées, et, au cours des nombreux dragages qu'il a fallu opérer, j'ai récolté deux formes de Phallusiadées qui jusqu'ici n'ont été mentionnées nulle part, et dont la description va faire l'objet de la présente Note.

L'une de ces formes appartient au genre *Ciona*. Les seules espèces connues de *Ciona* sont les *C. intestinalis*, L., *C. Savignyi*, Herdm., et *C. Flemingi*, Herdm.; ces trois espèces possèdent le caractère commun d'être fixées par une portion très réduite du corps : l'espèce nouvelle que j'ai recueillie, et que je propose de nommer *Ciona Edwardsi*, en la dédiant à M. le professeur H. Milne-Edwards, est, par contre, fixée par son côté gauche tout entier, depuis l'extrémité postérieure du corps jusqu'à la base des siphons. La longueur totale de l'animal est en moyenne de $0^{m},08$ à $0^{m},09$, et la largeur, de $0^{m},03$ à $0^{m},04$; les couches externes de la tunique sont d'une couleur jaune verdâtre, à cause sans doute des impuretés qui s'y attachent, tandis que les couches internes sont hyalines et transparentes comme chez les autres espèces de *Ciona*; en outre, certains des corps figurés renfermés dans la substance tunicale contiennent une vacuole assez grande, contrai-

(¹) Travail du Laboratoire de Zoologie marine de Marseille.

rement à ce qu'il en est chez les autres *Ciona*. Le derme est d'une belle teinte jaune clair, tandis que celui des *C. intestinalis* et *C. Savignyi*, les seules espèces qu'il m'ait été donné d'étudier, est d'un jaune fort pâle. La lame péritonéale, qui sépare la cavité péribranchiale de la cavité générale, loin d'être perpendiculaire à l'axe longitudinal du corps comme chez les espèces ci-dessus mentionnées, est par contre fortement oblique à cet axe de haut en bas et d'arrière en avant. Enfin, la branchie ne possède que quelques rares sinus de troisième ordre; les trémas de la tram efondamentale sont largement ouverts. Ces caractères sont suffisants pour justifier au moins la création d'une nouvelle espèce, bien reconnaissable du reste à son mode de fixation, et peut-être même, étant donnée l'importance de ces caractères distinctifs, pourrait-on créer pour cette espèce le sous-genre *Pleurociona*.

» La deuxième espèce de Phallusiadée fait partie du genre *Ascidia*, et je la nomme *Ascidia elongata*. Par son aspect général, elle se rapproche plus de l'*A. mentula*, O.-F. Müll., que de toute autre espèce, mais on peut pourtant l'en fort bien distinguer. La longueur totale du corps est en moyenne de $0^m,18$ à $0^m,20$, taille que n'atteint jamais l'*A. mentula*, et la largeur maxima, de $0^m,06$ à $0^m,07$; l'espace intersiphonal, depuis la base du siphon buccal jusqu'à la base du siphon cloacal, mesure $0^m,08$ à $0^m,09$. Sauf les siphons, la tunique est entièrement recouverte en dehors par des corps étrangers de différentes sortes, parmi lesquels dominent les Algues, les Sertulariens, les Éponges, et les colonies d'Ascidies composées, fait que ne présentent pas les *A. mentula*; de plus, comme caractères différentiels entre ces deux espèces, on peut ajouter que le corps des *A. elongata* est arrondi au lieu d'être aplati, et que les siphons, peu proéminents et de couleur rouge, ne portent que des languettes petites et obtuses. La branche gauche de l'organe vibratile est recourbée en dedans, tandis que la branche droite est d'abord recourbée en dedans, puis infléchie en dehors; le raphé dorsal post-buccal est limité sur la gauche par une lame élevée semblable à celle du raphé dorsal prébuccal; enfin, les trémas branchiaux sont grands, étendus presque d'un sinus transverse à l'autre, et rangés régulièrement. Ces trois caractères, joints à d'autres de plus minime importance et à ceux tirés de l'aspect extérieur, permettent de séparer avec certitude l'*A. elongata* de l'*A. mentula*.

» Les *Pleurociona Edwardsi* habitent les fonds coralligènes légèrement vaseux, par 35^m à 40^m de profondeur; les *Ascidia elongata* vivent, par 50^m, dans les fonds coralligènes vifs du pourtour des prairies de Zostères. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation de l'Anchynie*. Note de M. N. **Wagner**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'hiver dernier, j'ai rencontré en grande quantité à Naples une phase de développement de l'*Anchynia rubra*, différente de celle décrite par Vogt, Kowalewsky, Barrois et Corotsyeff. Par rapport à son aspect générale, cette phase est caractérisée par une forme du corps régulièrement globulaire; de plus, elle ne possédait pas ce long appendice caudal qui caractérise la forme connue jusqu'à présent.

» Cette phase était agame. Deux fois j'ai rencontré des individus avec un petit stolon couvert de bourgeons, mais ce stolon différait essentiellement de celui de la forme sexuelle.

» Le système nerveux de cette phase présente deux paires de nerfs très forts, qui se dirigent vers les deux ouvertures antérieure et postérieure du corps et auxquelles je donne le nom de *nerfs antérieurs* et *postérieurs*. Ces nerfs sont analogues aux nerfs des Doliolum et des Ascidies.

» Outre ces nerfs, le ganglion donne naissance, à sa partie postérieure, aux *nerfs épithéliaux*, qui se terminent dans les cellules de l'épithélium extérieur et intérieur du corps; à un nerf allant vers l'organe olfactif (l'issue de la glande hypophysaire); à un nerf *pneumogastrique*, se ramifiant dans l'endostyle, les bandes vibratiles et les branchies. Dans la partie supérieure, le ganglion donne encore les nerfs allant vers la surface du corps. Les deux côtés du ganglion donnent naissance aux nerfs se terminant dans les cellules épithéliales.

» Enfin, la partie postérieure du ganglion présente, outre les *nerfs postérieurs*, des nerfs allant vers les parois de la cavité cloacale, les *nerfs cloacaux* et les nerfs allant vers la *poche vibratile*, c'est-à-dire vers la poche dans laquelle viennent aboutir les extrémités postérieures des bandes vibratiles.

» La terminaison des nerfs est excessivement variée, ce qui donne lieu de supposer que la spécialisation des organes des sens atteint ici un degré très grand.

» Parmi les corpuscules de la cavité générale du corps, nous voyons prédominer deux types principaux que je propose de nommer : *Corpuscules nutritifs* ou *plastiques* et *Corpuscules formateurs*. Les corpuscules du sang ne présentent qu'une légère modification des premiers.

» Certains faits nous permettent de supposer que les corpuscules plas-

tiques proviennent des cellules du canal alimentaire. Dans les cas pathologiques, lorsqu'un organe ou une de ses parties se trouve être détruit, sa restauration se fait à l'aide des corpuscules plastiques.

» Les corpuscules formateurs peuvent, dans quelques cas, reconstituer ou remplacer les terminaisons des nerfs.

» Les corpuscules qui donnent naissance aux bourgeons diffèrent par leur mouvement très rapide et par la présence à l'intérieur de petites particules de forme cristalline. »

ZOOLOGIE. — *Sur un nouvel insecte du genre Phylloxera* (Phylloxera salicis, *Lichtenstein*). Note de M. J. LICHTENSTEIN.

« J'avais remarqué depuis longtemps la présence, sur l'écorce des saules de mon jardin, d'une sorte de moisissure d'un blanc de neige, semblable aux sécrétions cotonneuses de beaucoup de *Coccidiens*. En fendant un morceau d'écorce, j'y découvris une peau desséchée, que je fis ramollir dans la potasse caustique et qui m'offrit sous le microscope la figure d'un *Phylloxera*. C'est un insecte de $0^{mm},67$ de long, jaune, avec des antennes de trois articles et un très long rostre, dépassant de beaucoup l'abdomen.

» En examinant les écorces, je parvins à voir, dans la même fissure, de petites enveloppes ovoïdes de deux dimensions différentes, les unes de $0^{mm},36$, les autres de $0^{mm},25$, presque incolores et paraissant des œufs. Il était évident pour moi que je n'avais pas affaire à l'œuf véritable, mais bien à ce que j'ai appelé des *pupes* sexuées. Je mis alors ces petites enveloppes dans un tube et je les soumis à un examen journalier.

» Je vis d'abord ces petites pupes se dresser sur leur extrémité postérieure, et croître en se dégageant d'une très fine pellicule, qui leur formait comme une tige. Vers le quatrième ou cinquième jour, je commençai à distinguer deux petits yeux noirs; puis de petites pattes, excessivement courtes, et des antennes, bien plus courtes encore, ne formant qu'un petit moignon triarticulé. Pendant huit ou dix jours, je pus suivre le développement de ce germe microscopique, se balançant dans son calice soyeux, et s'élevant toujours.

» Enfin l'évolution est accomplie et, comme une graine mûre, les insectes sexués, mâle et femelle, se laissent tomber sur le bouchon du petit tube qui les renferme et l'accouplement a lieu. Le mâle meurt bientôt après. La femelle pond alors un énorme œuf, jaune clair, presque aussi gros qu'elle-même, et je puis soumettre les deux sexes au microscope.

» Ainsi que je l'avais prévu, ce sont bien des insectes sexués, offrant tous les caractères des *Phylloxériens*. Le rostre manque complètement, les membres sont presque rudimentaires, surtout les antennes, réduites à un petit bouton très court.

» La moisissure du saule n'est que l'amas de dépouilles de ces pupes, qui se dégagent d'une façon si singulière de leur longue pellicule.

» J'ignore si je réussirai à suivre l'évolution ultérieure de cet insecte; je ne comprends vraiment pas, vu son abondance, qu'il ait pu échapper jusqu'à présent à l'observation.

» Je l'appellerai *Phylloxera salicis*. Il se rangera dans le groupe de ceux dont la forme *pupifère* est aptère; je tâcherai, au printemps, de compléter son histoire. »

M. Chapel adresse une Note relative à l'apparition d'un bolide, observé pendant le jour, à 11^h30^m du matin, aux environs de Royan. D'après la description du phénomène, donnée par M. Faure, ce bolide avait un diamètre apparent notablement supérieur à celui du Soleil : il paraissait se diriger vers l'ouest-nord-ouest.

M. Daubrée présente à l'Académie, de la part de M. *Paul Venukoff*, un Ouvrage, en langue russe, intitulé : « Les dépôts de la formation dévonienne en Russie ».

Dans ce Volume, les divers Chapitres sont consacrés : 1° à la distribution géographique des dépôts dévoniens au centre et dans le nord-ouest de la Russie; 2° à un historique des recherches concernant ces dépôts; 3° à une description des dépôts dévoniens du nord-ouest de la Russie et de la Russie centrale; 4° à leur classification géologique; 5° enfin à la comparaison du système dévonien de la Russie avec celui de l'Europe occidentale.

L'auteur conclut que les étages moyens et supérieurs du système dévonien sont seuls représentés en Russie, et que les étages inférieurs y manquent.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 13 OCTOBRE 1884.

Statistique de la France; nouvelle série, t. XI. *Statistique annuelle;* année 1881. Paris, Imp. nationale, 1884; in-f° (deux exemplaires).

Musée royal d'histoire naturelle de Belgique. Service de la carte géologique du royaume. Explication de la feuille de Bilsen; par MM. VAN DEN BROECK et A. RUTOT. — *Explication de la feuille de Clavier; par* MM. E. DUPONT, MICHEL MOURLON et J.-C. PURVES. — *Explications de la feuille de Bruxelles; par* MM. A. RUTOT et VAN DEN BROECK. Bruxelles, F. Hayez; 1883; 3 vol. in-8°.

Observations météorologiques faites aux stations internationales de la Belgique et des Pays-Bas sous la direction de J.-C. HOUZEAU et BUIJS-BALLOT; 4e année, 1880. Bruxelles, F. Hayez, 1884; in-4°.

Observatoire royal de Bruxelles. Diagrammes du météorographe Van Rysselberghe; année 1879-1882. Bruxelles, F. Hayez, 1883; in-f°.

Du rôle de la fièvre dans la genèse des maladies aiguës et du traitement préservatif de ces maladies. Propositions de médecine pratique; par L.-A. FROGÉ. Paris, J.-B. Baillière, 1880; in-8°.

Une ville au temps jadis, ou Nîmes à la fin du XVIe *siècle; par* le Dr A. PUECH. Nîmes, Grimaud et Gervais-Bedot, 1884; in-8°. (Adressé au Concours de Statistique de l'année 1885.)

Traité général des vins et de leurs falsifications; par E. VIARD. Paris, F. Savy; Nantes, E. Viard. Sans date, in-8° relié.

Système économique de bains chauds collectifs à l'usage des corps de troupe, des établissements d'éducation, etc.; par LIEUTAUD frères, sans lieu ni date; opuscule autogr. avec plans. (Renvoi au concours des Arts insalubres de l'année 1885.)

Méthode rationnelle pour l'enseignement et l'étude de l'histoire universelle; par A. COLLIN. Paris, E. Lacroix, autographie, 1882; in-4° cartonné.

Philosophie contemporaine. Psychologie transformiste. Évolution de l'intelligence; par le Capitaine BOURGÈS. Paris, A. Ghio, 1884; in-12.

Annual report of the board of regents of the Smithsonian institution, showing the operations, expenditures and conditions of the Institution for the year 1882. Washington, government printing office, 1884; in-8° relié.

Introduccion al estudio de la Mineralogia micrografica; por José J. LANDERER. Barcelona, 1884; in-8°.

Diagnosi profilattica e terapeutica del colera epidemico; per F.-X. POZNANSKI. Napoli, tipogr. F. Giannini, 1884; br. in-8°. (Renvoi au Concours Bréant.)

P. MALERBA. *La vera difesa contro il colera. Proposta per una lege nazionale o internazionale contro le epidemie.* Napoli, 1884; br. in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Ensayo de un libro o manila, la Higiene y el Colera, etc.; por D. F. CAPELO Y JUAN. Manila, 1883; in-8°.

ERRATA

(Séance du 28 avril 1884).

Pages.	Lignes.	Au lieu de :	Lisez :
1020	12	Le 20 mars 1883	Le 20 mai 1883.
1020	34	Le 26 août	Le 27 août.
1021	1	A Doreh, sur la Geelvinksbaai, en Nouvelle-Guinée	A Doreh sur la Geelvinksbani en Nouvelle-Guinée.
1022	29	Bandseng	Bandoeng (pron. Bandoung).
1023	8 et 9	Ne paraît pas à M. Verbeek dépourvu de fondement	Ne paraît pas nécessaire à M. Verbeek.
1024	21	C'est vers $9^h 50^m$	C'est vers $9^h 50^m$ temps de Batavia ($= 9^h 45^m$ temps de Krakatau).
1025	6	Fjikawaeng	Fjikawoeng (prononcez Fjikawoung).

Partout où se trouve Krakatoa, *lisez* Krakatau.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 OCTOBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Marey** donne lecture d'un Mémoire relatif à « La propagation du choléra par les eaux contaminées. »

Cette Note sera insérée aux *Comptes rendus* de la prochaine séance.

ALGÈBRE. — *Sur les conditions de l'existence de racines égales dans l'équation du second degré de Hamilton et sur une méthode générale pour résoudre une équation unilatérale de n'importe quel degré en matrices d'un ordre quelconque.* Note de M. **Sylvester**.

« L'équation de Hamilton en quaternions ou en matrices binaires est celle que nous avons traitée dans une Note précédente. C'est l'équation

$$x^2 + 2qx + r = 0.$$

» Nous avons trouvé que la solution de cette équation dépend d'une

équation cubique ordinaire en λ, à chaque valeur de laquelle correspondent deux valeurs de x, et qu'elle est normale ou régulière quand le dernier terme de cette équation diffère de zéro. L'équation est dite *régulière* ou *normale* quand sa solution dépend du nombre maximum de racines déterminées, c'est-à-dire de trois paires de racines déterminées; chaque paire est alors connue comme fonction de λ, q, r et des paramètres b, c, d, e, f qui dépendent de q et r et sont définis au moyen du déterminant de $u + vq + wr$ [1] qu'on a supposé être mis sous la forme

$$u^2 + 2buv + 2cuw + dv^2 + 2evw + fw^2,$$

d'où

$$b = Sq, \quad c = Sr, \quad d = Tq^2, \quad f = Tr^2 e = SqSr - S(Vq.Vr) \quad (^1).$$

Dans ce cas, on peut dire que la solution elle-même est régulière.

» En nommant I l'invariant de la forme ternaire, écrite plus haut, c'est-à-dire en posant

$$I = df + 2bce - b^2 f - c^2 d - e^2,$$

nous avons trouvé que l'équation en λ peut être mise sous la forme

$$e^{\lambda\Omega} I = 0,$$

où

$$\Omega = 2\delta_c - \delta_d,$$

c'est-à-dire qu'on aura

$$4\lambda^3 + (4c - 4d)\lambda^2 + (4be - 4cd + c^2 - f)\lambda + I = 0.$$

» Ainsi, afin que la solution soit régulière, il faut et il suffit que I diffère de zéro [2].

---

[1] Par un oubli très regrettable nous avons pris, dans une Note précédente, pour le coefficient de $2xy$ dans la forme associée à

$$(up + vq + wr + \ldots),$$

$S(VpVq)$ au lieu de sa vraie valeur,

$$SpSq - S(VpVq),$$

et de même pour les autres coefficients des termes mixtes, de sorte que le calcul du déterminant du *nivellateur* $\Sigma p(\ \ )p'$ dans la Note sur l'achèvement de la solution de l'équation linéaire en quaternions est erroné et a besoin d'être fait de nouveau.

[2] Conséquemment, quand l'équation est régulière, ni q ni v ne peut devenir zéro; car, dans l'un et l'autre de ces deux cas, $I = 0$; aussi, pour la même raison, r ne peut pas être une fonction de q.

» De là il suit que, dans le cas d'une équation régulière, deux x ne peuvent être égaux, à moins qu'ils n'appartiennent à la même paire ou bien que deux λ ne deviennent égaux; car x peut être exprimé comme une fonction linéaire de qr, q, r, 1, dans laquelle le coefficient de qr est $-\frac{1}{2\lambda}$.

» Donc, si deux des x sont égaux sans que deux λ le soient, une équation linéaire subsistera entre pq, p, q, 1, mais dans ce cas nous avons trouvé ailleurs que $I = 0$, et la solution cesse d'être régulière.

» Nous allons pour le moment nous borner au cas où l'équation est régulière, et conséquemment nous n'aurons qu'à considérer les cas où il y a égalité ou entre deux racines de λ ou bien entre deux valeurs de x qui correspondent à la même valeur de λ.

» Si l'on suppose que deux valeurs de λ soient égales, il en résultera que deux des paires de valeurs de x deviendront identiques, de sorte qu'une seule condition suffira à réduire le nombre des racines distinctes de 6 à 4, c'est-à-dire que les valeurs de x, qui, en général, sont de la forme m, m'; n, n'; p, p', deviendront de la forme m, m'; n, n'; n, n'.

» Au lieu de calculer directement le discriminant de l'équation en λ, qui donnera un résultat très compliqué, nous allons montrer qu'on peut substituer le discriminant de la forme très simple biquadratique

$$\left(1,\ b,\ \frac{c+2d}{3},\ e,\ f\right)(r,\ s)^4.$$

» Mais préalablement il sera utile d'opérer une transformation linéaire sur l'équation en λ.

» Écrivons $\lambda = \mu + d$; l'équation en μ sera

$$\begin{aligned}&4\mu^3 + 4(c+2d)\mu^2\\ &\quad + [(c+2d)^2 + 4be - f]\mu + 2b(c+2d)e - b^2f - e^2 = 0.\end{aligned}$$

» On voit donc que le discriminant qu'on veut calculer est une fonction complète de b, $c + 2d$, e, f.

» Nous avons trouvé $u^2 = \lambda - d + b^2$, c'est-à-dire $\mu + b^2$. On aura donc

$$\begin{aligned}&4u^6 + 4(c+2d-3b^2)u^4\\ &\quad + [12b^4 - 8(c+2d)b^2 + (c+2d)^2 + (4be-f)]u^2\\ &\quad - [2b^3 - b(c+2d) + e]^2 \quad (^1).\end{aligned}$$

---

(1) u sera la partie scalar de x si l'équation est donnée sous la forme quaternionique, ou bien la moitié de la somme du premier et du quatrième élément de x si l'équation est

» Dans l'équation donnée, substituons $x + \varepsilon$, où ε est un infinitésimal ($scalar$ si l'on parle de quaternions ou représentant la matrice $\begin{smallmatrix} \varepsilon & 0 \\ 0 & \varepsilon \end{smallmatrix}$ si l'on parle de matrices); alors p sera augmenté par ε et q par $2\varepsilon p$, et ainsi $(\lambda + \mu p + \nu q)$ deviendra $(\lambda + \varepsilon\mu) + (\mu + 2\varepsilon\nu)p + \nu q$, de sorte qu'en désignant le discriminant cherché par D, l'accroissement de D est nul quand λ et μ deviennent $\lambda + \varepsilon\mu$, $\mu + \varepsilon\nu$ simultanément, c'est-à-dire quand la forme ternaire en u, v, w devient

$$u^2 + 2(b + \varepsilon)uv + 2(c + 2\varepsilon b)uw + (d + 2\varepsilon b)v^2 \\ + (2e + 2\varepsilon c + 4\varepsilon d)vw + (f + 4\varepsilon e)w^2.$$

Donc

$$(\delta_b + 2b\delta_c + 2b\delta_d + (c + 2d)\delta_e + (4e\delta_f)\mathrm{D} = 0.$$

» Écrivons $c + 2d = 3m$. On sait que D est une fonction complète de b, m, e, f, de sorte que, par rapport à D (comme opérande), $\delta_c + \delta_d = \delta_m$; ainsi, en écrivant $1 = a$, on aura

$$(a\delta_b + 2b\delta_m + 3m\delta_e + 4e\delta_f)\mathrm{D} = 0.$$

» D sera donc ou un invariant ou un sous-invariant de la forme biquadratique (a, b, m, e, f).

» Mais, en faisant attention à l'équation en μ, on voit que D sera de l'ordre 6 dans les coefficients et du poids 12; il est donc un invariant et une fonction linéaire de s^3 et t^2 (où s et t sont les deux invariants irréductibles) de la forme biquadratique.

» En nommant Δ le discriminant de cette forme, on a

$$\Delta = s^3 - 27t^2,$$

dont une partie sera

$$f^3 - 27b^4f^2;$$

mais on voit, par l'examen de l'équation en μ, qu'une partie de D sera

$$16b^4f^2 - \frac{16f^3}{27}$$

et, conséquemment,

$$\mathrm{D} = -\tfrac{16}{27}\Delta.$$

---

donnée entre des matrices, Hamilton a trouvé l'équation équivalente à celle donnée pour u dans le texte; mais, dans sa formule, les coefficients sont exprimés sous une forme compliquée et assez difficile à débrouiller.

» Il s'ensuit que la condition nécessaire et suffisante pour l'égalité de deux des racines de l'équation donnée avec deux autres est tout simplement $\Delta = 0$, comme nous l'avons déjà énoncé.

» Cherchons la condition pour laquelle les trois paires coïncideront toutes dans une seule paire; alors les trois racines de μ deviennent toutes égales, et l'on a non seulement

$$\Delta = 0,$$

mais encore

$$(12m^2) - (9m^2 + 4be - f) = 0,$$

c'est-à-dire

$$f - 4be + 3m^2 = 0 \quad \text{ou} \quad s = 0.$$

Donc les conditions nécessaires et suffisantes, pour qu'il n'y ait que deux racines distinctes chacune, prises trois fois dans la solution de l'équation donnée, seront

$$s = 0, \quad t = 0.$$

On peut aussi demander quelle est la condition ou plutôt quelles sont les équations de condition pour que deux racines de la même paire soient égales.

» Dans ce cas, nous avons trouvé que $u = 0$; cela exige que le dernier terme dans l'équation à u^2 devienne zéro. On aura donc, en vertu de l'équation en u^2,

$$ae - 3bm + 2b^3 = 0,$$

c'est-à-dire que le sous-invariant gauche ou bien le premier coefficient du Hessien à la forme biquadratique s'évanouit. Mais cela ne suffit pas pour que les deux x d'une paire deviennent parfaitement identiques. Il faut aussi que les deux valeurs de v, qui correspondent à la valeur zéro de u, ou que les deux racines de l'équation

$$v^2 - 4\lambda(v + c) + \gamma = 0,$$

où

$$\lambda = \alpha = d - b^2,$$

deviennent égales, c'est-à-dire que

$$\gamma + c^2 - (2\alpha + c^2) = 0,$$

ou bien, puisque $\gamma = f - c^2$, que

$$f - (3m - 2b^2)^2 = 0;$$

à cette équation il faut joindre l'équation déjà trouvée

$$ae - 3bm + 2b^3 = 0;$$

le système de ces deux équations exprime la condition de la coïncidence des deux x d'une paire. Quoique $f - (3m - 2b^2)^2 = 0$ ne soit pas en elle-même un sous-invariant, les deux équations ci-dessus constituent (comme elles doivent le faire) un *plexus* sous-invariantif; car on trouvera

$$(a\delta_b + 2b\delta_m + 3m\delta_e + 4e\delta_f)[af - (3am - 2b^2)^2] \\ = 4(ae - 3bm + 2b^3) = 0.$$

En effet, puisque $f - (3m - 2b^2)^2$ ne diffère de $f - 9m^2 + 2abe + 6b^2m$ (le second coefficient du Hessien) que par $-2b(ae - 3bm + 2b^3)$, on peut substituer, pour le plexus écrit plus haut, le plexus $H_1 = 0$, $H_2 = 0$, où H_1, H_2 sont le premier et le second coefficient du Hessien de la forme quadratique.

» Or il est facile de démontrer que, quand dans la forme $(a, b, m, e, f)(x, y)$ a n'est pas zéro, mais que les deux premiers coefficients du covariant irréductible gauche le sont, le covariant s'évanouit complètement [1], et la forme biquadratique a deux paires de racines égales.

» On sait aussi que, quand les deux invariants irréductibles s'évanouissent, il y a trois racines égales, et, quand en même temps les deux invariants et le covariant gauche s'évanouissent, toutes les racines de la biquadratique sont égales.

» Ainsi on voit que les seuls cas d'égalité possibles entre les racines de l'équation quadratique donnée, quand sa solution est régulière, correspondent aux quatre cas d'égalité entre les racines de la biquadratique ordinaire qui s'y est associée.

» En prenant les quatre cas : 1° ou la quadratique a deux racines égales; 2° ou elle a deux paires de racines égales; 3° trois racines égales; 4° toutes ses racines égales; alors la quadratique donnée aura, dans le premier cas, deux paires de racines égales; dans le deuxième, quatre racines égales; dans le troisième, trois paires de racines égales, et dans le dernier cas toutes ses racines seront égales.

---

(1) Quand les deux premiers coefficients du covariant irréductible gauche d'une biquadratique binaire s'évanouissent, le discriminant s'évanouit nécessairement : nous avons trouvé que ce discriminant pris négativement égale 16 fois le produit des coefficients extrêmes, moins le produit du second et l'avant-dernier coefficient du covariant gauche.

» Quant au rapport de la biquadratique binaire à la forme ternaire quadratique, on passe de la seconde à la première, en se servant de la substitution dont s'est servi notre très honoré collègue, M. Darboux, dans sa belle Note sur la résolution de l'équation biquadratique (*Journal de Liouville*, t. XVIII, p. 220). On n'a qu'à faire $x = u^2$, $y = 2uv$, $z = v^2$, et la forme ternaire passe dans la forme binaire biquadratique. On voit ainsi que les genres de solutions régulières de l'équation en quaternions donnée dépendent exclusivement de la relation entre la conique qui s'y est associée avec la conique absolue $y^2 - 4xz$. Dans le cas le plus général, les deux courbes se coupent en quatre points; dans les quatre autres cas, il y aura l'une ou l'autre des quatre espèces de contact entre les deux coniques.

» Mais, de plus, on voit évidemment que cette idée des deux coniques peut être étendue à l'équation de Hamilton, même pour le cas où la solution devient irrégulière.

» Dans ce cas, la forme ternaire, associée à l'équation $x^2 + qx + r$, perdra sa forme de conique et deviendra un système de deux lignes droites qui se croisent ou de deux lignes coïncidentes. Dans la première supposition, il y aura le cas où les deux droites toutes les deux coupent et les cas où l'une ou toutes les deux touchent la conique fixe; il y aura aussi les cas où la conique fixe passe par le point d'intersection des deux droites en les coupant toutes les deux ou en en touchant une. Dans la seconde supposition, il y aura les deux cas où les droites coïncidentes coupent ou touchent la conique fixe.

» Ainsi donc il nous paraît qu'on peut affirmer avec pleine confiance que, dans l'équation de Hamilton [1], il y a exactement douze cas, ou au moins douze cas principaux, à considérer [2]. Nous devons cette méthode

[1] Quant à l'équation plus générale $px^2 + qx + r = 0$, dans le cas où le discriminant ou le tenseur de p devient zéro et que, par conséquent, la forme ne rentre pas dans celle de Hamilton (puisqu'on ne peut plus diviser l'équation par p), il peut se présenter encore un grand nombre de cas singuliers que nous n'avons pas encore étudiés à fond.

[2] Cela donne lieu à une réflexion curieuse. Si l'on considère tous les genres de rapports qui peuvent avoir lieu entre une vraie conique et une conique variable et capable de dégénérer en n'excluant pas les deux cas où la conique variable coïncide avec l'autre ou s'évanouit tout à fait, le nombre de ces genres sera 14, qui est le nombre de doubles décompositions du nombre 4, savoir :

$$4:\ 3,1:\ 2,2:\ 2,1,1:\ 1,1,1,1:\ 3:1\ \ 2,1:1\ \ 1,1,1:1\ \ 2:2\ \ 1,1:2\ \ 1,1:1,1$$
$$2:1:1\ \ 1,1:1:1\ \ 1:1:1:1.$$

De même on trouvera facilement que, pour le cas de formes binaires, le nombre de genres

si simple de dénombrement à la connaissance que nous avons acquise du Mémoire ci-dessus cité de M. Darboux ([1]).

» Mais ce qui plus est, on peut beaucoup simplifier, comme on va voir, la solution de l'équation quadratique $fx = px^2 + qx + r = 0$.

» En regardant pour le moment x comme une quantité ordinaire, soient $\mathrm{F}x$ le déterminant de la matrice $x^2 p + xq + r$ et φx un quelconque des six facteurs quadratiques de $\mathrm{F}x$; alors $\varphi x = 0$ sera l'équation identique d'une des racines de $fx = 0$, et ces deux équations, en éliminant x^2, donneront la valeur précise de cette racine ([2]). De même nous ferons voir

---

semblables sera 6, car, ayant sur une ligne droite deux points fixes et deux points variables, ces derniers peuvent être distincts entre eux-mêmes en coïncidant avec un ou tous les deux ou avec ni l'un ni l'autre des deux premiers, ou bien ils peuvent être réunis dans un seul point qui peut coïncider ou ne pas coïncider avec un des points fixes, et finalement ils peuvent disparaître; or le nombre de décompositions doubles du nombre 3, c'est-à-dire

$$3:\ 2,1:\ 1,1,1:\ 2:1\ \ 1,1:1\ \ 1:1:1$$

est aussi 6.

Mais nous avons démontré autrefois, dans le *Philosophical Magazine*, que pour le cas de deux formes quadratiques de n variables dont chacune reste générale, c'est-à-dire n'a pas le discriminant zéro, le nombre des genres de rapport est exactement le nombre de doubles décompositions du nombre n. C'est une question qui mérite d'être examinée, si cette identité entre le nombre de genres pour n variables dans le second cas avec celui pour le nombre $n - 1$ dans le premier, reste vraie pour toute valeur de n. Une considération qui s'y oppose, c'est que, dans le premier cas, quand $(n - 1 = 1)$ le nombre de genres, au lieu d'être 3 (le nombre de décompositions doubles de 2), n'est que 2, mais il peut arriver que pour ce cas (le cas d'une seule variable), la forme générale étant la même que la orme de coïncidence parfaite, ce genre doit compter pour deux, et ainsi la loi se maintiendra.

([1]) On doit remarquer que le discriminant de l'équation en λ ou μ ou u^2 est le même que celui de la biquadratique associée à l'équation donnée; en effet, l'équation en μ a pour racines $\frac{(\alpha+\beta)(\gamma+\delta)}{4}$, $\frac{(\alpha+\gamma)(\beta+\delta)}{4}$, $\frac{(\alpha+\delta)(\beta+\gamma)}{4}$, où α, β, γ, δ sont les racines de cette biquadratique; ainsi on peut dire que les six racines cherchées sont associées respectivement aux six côtés du quadrangle complet formé par les quatre points d'intersection de la conique appartenant aux coefficients de l'équation donnée avec la conique absolue $y^2 - 4xz$.

On comprend que la forme appartenant à p, q, r veut dire le déterminant de la matrice $xp + yq + zr$ qui est une courbe dont l'ordre sera toujours celui des matrices p, q, r.

([2]) Ainsi on possède une méthode immédiate, et qui s'applique à tous les cas qui peuvent se présenter pour résoudre l'équation de Hamilton. L'analyse précédente suffit pour en donner une démonstration qui a été passée dans le texte.

qu'en général, quel que soit le degré (n) de fx (fonction rationnelle entière et unilatérale de x), lequel, comme aussi chaque coefficient, est une matrice d'un ordre donné (ω) quelconque, en prenant le déterminant Fx de fx (où pour le moment on regarde x comme une quantité ordinaire), chaque facteur du degré ω de Fx sera la fonction identiquement zéro d'une des racines (prise négativement) de l'équation $fx = 0$, et réciproquement.

» Ce beau théorème [1], *pulcherrima regula*, repose sur les considérations suivantes :

» Soit $\varphi\lambda$ le déterminant de $\lambda + x$; alors on peut démontrer facilement que $\varphi x = 0$ sera l'équation identique de x.

» Or soit $fx = 0$, alors $f(-\lambda) = f(-\lambda) - f(x)$ et conséquemment contiendra le facteur $x + \lambda$. Donc le déterminant de $f(-\lambda)$ contiendra le déterminant de $(\lambda + x)$, c'est-à-dire contiendra $\varphi\lambda$, où $\varphi x = 0$ est l'équation identique.

» Ainsi φx (la fonction de x qui est identiquement zéro) ne peut qu'être un facteur du déterminant de $f(-x)$ pris comme si x était une quantité ordinaire. De plus, puisqu'en général ce déterminant sera une fonction irréductible de x, de sorte qu'on ne peut plus distinguer une racine d'avec une autre, tout facteur qu'il contient dont le degré est égal à l'ordre de x sera la fonction identiquement nulle d'une des racines de l'équation $fx = 0$.

» Il paraît donc (s'il n'y a aucune erreur dans ce dernier raisonnement) que le nombre des racines de fx sera le nombre exact de combinaisons de $n\omega$ choses prises ω à ω ensemble, où n est le degré de fx en x et ω l'ordre des matrices qui paraissent là-dedans; conséquemment le nombre des racines sera

$$\frac{\pi n\omega}{\pi(n-1)\omega\,\pi\omega} \quad (^2);$$

(1) On peut donner à cet énoncé une autre forme, à savoir : *Toute racine latente de chaque racine de* fx (fonction rationnelle entière et unilatérale par rapport à x) *est une racine* (prise négativement) *du déterminant de* fx (où x est traité comme une quantité ordinaire) *et réciproquement chaque racine ainsi prise de ce déterminant est une racine latente d'une des racines de* fx.

(2) Dans le cas le plus général d'une équation en x du degré n et de l'ordre ω par rapport aux matrices, on peut supposer un nombre indéfini de termes dans l'équation. Chacun de ces termes sera composé d'un nombre pas plus grand que n des x dont chacun sera suivi et précédé par une matrice multiplicatrice. En appliquant la méthode algébrique di-

ainsi, par exemple, le nombre des racines dans le cas d'une équation du degré n en quaternions sera $2n^2 - n$ [1].

» Pour trouver ces racines, on n'a qu'à combiner les deux équations $fx = 0$, qui ne change pas, avec $\varphi x = 0$, qui varie avec chaque combinaison des racines de Fx [c'est-à-dire le déterminant de $f(-x)$], et, en éliminant les puissances supérieures de x, on trouvera une équation linéaire qui sert à donner x sous la forme d'une fraction : par des procédés qui ne présentent nulle difficulté, cette fraction peut être ramenée (au moins pour le cas des matrices binaires) à la forme d'une autre fraction dont le dénominateur sera une fonction exclusivement des coefficients de la *forme* associée à l'ensemble des coefficients de l'équation donnée dont nous nous proposons d'essayer de trouver la valeur générale. Ce dénominateur sera toujours (comme dans le cas que nous avons traité en détail dans ce qui précède) le *criterium* de la *régularité* de l'équation donnée. Quand ce *criterium* s'évanouit (et pas autrement), quelques-unes des racines vont à l'infini, c'est-à-dire cessent d'être actuelles et deviennent purement conceptuelles.

» En général, pour résoudre l'équation unilatérale du degré n et l'ordre ω, on n'aura besoin que de résoudre une équation ordinaire du degré $n\omega$. Si une racine de l'équation donnée est connue, on n'aura qu'à résoudre deux équations ordinaires des degrés ω et $(n-1)\omega$ respectivement. Dans le cas d'une équation quadratique, quand une racine est donnée, on peut trouver immédiatement l'équation identique d'une seule autre qui y est associée, et conséquemment en déterminer la valeur sans résoudre une équation d'un degré supérieur au premier. Quand deux racines de l'équation résolvante (celle du degré $n\omega$) sont égales, on a $\frac{\pi(n\omega - z)}{\pi(\omega - 1)\pi[(n-1)\omega - 1]}$ paires de racines égales dans l'équation du degré n qui est à résoudre.

» Prenons comme exemple de l'application de la méthode l'équation

---

recte pour résoudre cette équation, on sera amené à un système de ω^2 équations du degré n chacune. Ainsi le nombre des racines sera en général n^{ω^2}.

(1) Cela démontre que le nombre 21 que nous avions trouvé pour le cas de $n = 3$ dans le *Philosophical Magazine* (mai 1884) et la formule générale que nous avons basée là-dessus sont erronés; la raison en est évidemment que l'ordre *apparent* du système d'équations qui nous a fourni ce résultat surpasse l'ordre *actuel* de 6 unités.

Nous n'avions pas discuté en détail ces équations, et ainsi cet abaissement du degré nous a échappé. C'est un point curieux qui reste à discuter.

en quaternions

$$q_3x^3 + q_2x^2 + q_1x + q_0 = 0.$$

» La fonction résolvante sera

$$(3.3)\,x^6 + (3.2)x^5 + (3.1 + 2.2)x^4(3.0 + 2.1)x^3 \\ + (2.0 + 1.1)x^2(1.0)x + (0.0) = 0,$$

où en général $i.i$ et $i.j$ signifient

$$Tq_i^2,\ 2[Sq_iq_j - S(Vq_iVq_j)]$$

respectivement.

» Les quinze facteurs quadratiques de cette fonction égalés à zéro donneront chacun une équation quadratique à laquelle doit satisfaire une des quinze racines de l'équation donnée, et, en combinant séparément chacune de ces équations avec la cubique donnée, on peut éliminer x^3 et x^2 et obtenir ainsi quinze équations linéaires pour déterminer les quinze racines voulues. »

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Sur les hydrates alcalins. Troisième Mémoire : Hydrates de potasse et de soude*; par M. **E.-J. Maumené**. (Extrait par l'auteur.)

« *Hydrates de potasse.* — L'hydrate *normal* de KO a été préparé, en 1796, par Lowitz; mais ce chimiste n'en a pas déterminé la composition : il a seulement indiqué la perte de 43 pour 100 d'eau de cristallisation. A cette époque, on croyait la potasse calcinée anhydre. Philippe Walter a reproduit l'hydrate de Lowitz, en 1836, et en a donné l'analyse :

KO	49,9
HO	50,1
	100,0

» Ce chimiste, obéissant aux règles d'alors, voulut voir dans ce résultat une *preuve* de la composition $KO(HO)^5$ qui donne des nombres bien différents :

KO	51,09	et pour	49,9
HO	48,91	»	47,78
	100,00		97,68

il admit un excès de $50,1 - 47,78 = 2,32$ d'eau absorbé pendant la pesée ; mais une telle erreur n'est pas admissible de la part d'un chimiste qui a su obtenir des cristaux assez secs pour permettre à G. Rose d'en donner les formes.

» Les cristaux mis sous les yeux de l'Académie donnent rigoureusement 50,00 de KO et 50,00 d'eau quand ils sont *bien séchés*. On peut d'ailleurs les amener à cet état par une autre méthode : on les fait sécher dans un courant d'air pur, au bain d'eau salée. Quand leur poids est devenu constant, l'analyse donne des poids égaux de KO et HO.

» La formule est

$$(KO)^9(HO)^{47} \quad \text{ou} \quad KO(HO)^{5,222\ldots}.$$

» Lowitz avait indiqué un autre hydrate cristallisé à chaud en grandes lames rectangulaires. Sans analyse, le chimiste russe avait établi la différence de composition avec l'hydrate précédent en faisant savoir que cet hydrate lamellaire dégage de la chaleur avec l'eau, « par opposition aux » octaèdres qui abaissent la température à près de 0° » (p. 298).

» On reproduit aisément ces cristaux en versant la liqueur même, où se formerait l'hydrate normal à froid, mais très chaude encore, dans une capsule froide. Il se forme brusquement une croûte cristalline d'où s'étendent des lames minces comme celles du chlorate de potasse ou du décilène (*naphtaline*).

» Ces cristaux contiennent moins d'eau et dégagent de la chaleur avec ce liquide; $32^{gr},51$ mêlés avec 20^{cc} d'eau font monter le thermomètre de $+17°$ à $45°$. Leur analyse donne pour 1KO, 3,15HO. C'est l'hydrate de second ordre

$$\frac{KO}{HO} = \frac{47}{9} \times \frac{3}{5} = 3,1333\ldots.$$

» Ph. Walter a signalé un autre hydrate; d'après lui, l'hydrate où il croyait avoir trouvé 5HO perdait $3^{éq},5$ dans le vide sec et se réduisait à $(KO)^2(HO)^3$. Mais cet hydrate est réellement

$$(KO)^9(HO)^{\frac{47}{3}} \quad \text{ou} \quad KO(HO)^{1,740740}\ldots.$$

» L'eau est réduite au quart du poids total, ou 25,00.

» La chaleur diminue encore la proportion d'eau et conduit à des hydrates qu'on peut obtenir cristallisés. L'hydrate pur, fondu au creuset d'argent jusqu'au point où le bouillonnement s'arrête, puis refroidi avec

lenteur, donne des cristaux, à la manière du soufre. Ceux qu'on obtient au rouge sombre sont identiques aux précédents $KO(HO)^{\frac{47}{27}}$. Ceux qu'on obtient au rouge visible dans le jour sont réduits à la quantité d'eau formant les trois seizièmes de leur poids total.

$$\frac{KO}{HO} \times \frac{3}{13} = 1^{éq}, 205 \text{ d'eau.}$$

» Ceux qu'on obtient à la chaleur blanche (c'est la masse entière, mais cristalline) sont réduits au huitième de leur poids d'eau.

$$\frac{KO}{HO} \times \frac{1}{7} = 0^{éq}, 746 \text{ d'eau.}$$

» Une expérience de Davy, donnée avec tous ses détails, conduit à $1^{éq},30$ pour une potasse fondue au rouge. Aucun hydrate ne donne $1^{éq},000$.

» *Hydrates de soude.* — L'hydrate normal peut être obtenu cristallisé. Il a été analysé par Schœne qui a donné pour sa composition $NaO(HO)^5$, comme pour l'hydrate de potasse découvert par Lowitz.

» Sans m'arrêter à faire observer que les composés de la potasse et de la soude n'ont presque jamais la même composition, je dirai de suite qu'il m'est impossible de comprendre comment le chimiste allemand a pu commettre cette erreur. Les cristaux d'hydrate de soude lamelleux, rappelant le fer spathique, peuvent être desséchés, soit par ma méthode de l'atmosphère séchée par la soude fondue, soit par la dessiccation dans le courant d'air, au bain d'eau salée. Par les deux méthodes on trouve un poids d'eau rigoureusement égal à celui de la soude NaO; ce poids égal, bien loin de conduire à $5^{éq},222\ldots$ d'eau comme pour la potasse, donne seulement $3^{éq},444\ldots$ Les formules comparées sont très simples :

$$(KO)^9(HO)^{47}, \quad (NaO)^9(HO)^{31}.$$

» A la chaleur blanche on obtient un hydrate où l'eau est réduite au huitième du poids total, ce qui correspond à $0^{éq}, 492$. On a

$$\frac{31}{9} \times \frac{1}{7} = 0^{éq}, 492.$$

» J'ai trouvé : $0^{éq},499$.

» Cet hydrate a été observé dans certaines soudes commerciales, par M. Pichon, d'Elbeuf.

» La soude paraît avoir offert un hydrate *à excès d'eau* (par rapport au

normal). Otto Hermès aurait obtenu un hydrate $NaO(HO)^8$ en cristaux. Je ne puis dire exactement en quoi consiste l'erreur de ce chimiste, mais je puis affirmer que ses indications pour l'obtenir sont inexactes. Il l'aurait obtenu à 0°. Un autre chimiste, Lindroth, l'aurait reproduit à — 22°. Je n'ai pu l'obtenir avec la soude pure ni à 0°, ni à — 22°, ni même à — 36°.

» *Conclusions.* — De l'étude des hydrates de BaO, SrO, KO et NaO comme de mes précédentes recherches et de toutes les autres, il est permis de conclure :

» 1° La Théorie générale est la base unique de l'explication des actions chimiques;

» 2° Elle détruit l'hypothèse des hydrates MO, HO sur laquelle on avait établi l'une des pierres angulaires de la Théorie dite *atomique;*

» 3° Elle débarrasse la Chimie de toutes les hypothèses, toutes inutiles pour cette explication et toutes de nature à nuire (suivant l'expression même d'un de leurs partisans) à « l'éducation intellectuelle » des étudiants;

» 4° J'ai appelé *Chimie vraie* l'étude basée sur la Théorie générale. Cette dénomination sera, je l'espère, adoptée dès à présent par tous les chimistes. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur les effets des badigeonnages goudronneux sur les vignes phylloxérées.* Note de M. **Balbiani.**

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Chargé depuis plusieurs années par M. le Ministre de l'Agriculture de faire des essais sur la destruction de l'œuf latent ou œuf d'hiver du Phylloxera, j'avais proposé à cet effet le badigeonnage des souches avec un mélange composé de 9 parties de goudron de houille et de 1 partie d'huile lourde. Par des expériences préliminaires, je m'étais assuré que ce mélange, doué d'une grande puissance de pénétration, imbibait les écorces et agissait comme un toxique énergique sur les œufs placés au-dessous de celles-ci.

» Mais les badigeonnages goudronneux présentent un inconvénient grave : c'est celui d'être dangereux pour les vignes lorsqu'il faut les dépouiller de la majeure partie de leur écorce avant de pratiquer le badi-

geonnage. C'est ce qui a lieu pour les vignes âgées qui présentent une épaisse couche d'écorces en voie d'exfoliation. J'ai dû, pour cette raison, renoncer à leur emploi, au moins comme méthode générale de destruction des œufs d'hiver du Phylloxera. Mais, dans le cours des essais auxquels ils ont donné lieu, j'ai eu l'occasion de constater quelques faits intéressants de l'action de ces mélanges sur la vigne et son parasite, faits sur lesquels je désire appeler l'attention de l'Académie.

» En ce qui concerne d'abord leurs effets sur les œufs d'hiver du Phylloxera, il a été fait une expérience décisive démontrant la possibilité de tuer jusqu'au dernier les œufs déposés dans un même vignoble, par une application de coaltar en badigeonnage sur les vignes.

» Un de nos champs d'expérience, une jeune plantation de Riparia, sise au domaine de la Paille, près de Montpellier, se couvrait chaque printemps, au moment de la pousse, et dans toute son étendue, de nombreuses galles phylloxériques, qui allaient ensuite se multipliant sur les feuilles jusqu'à la fin de la végétation. Pendant l'hiver de 1883-84, une moitié des vignes de ce champ fut badigeonnée avec un mélange de coaltar additionné d'un dixième d'huile lourde, tandis que l'autre moitié ne reçut aucun traitement. Au printemps suivant, le résultat que l'on attendait de cette expérience se réalisa de la façon la plus complète, c'est-à-dire que pas une galle n'apparut dans la partie traitée, tandis que les vignes qui n'avaient pas été traitées en offraient par milliers sur leurs feuilles nouvellement épanouies. Les galles ayant, comme on sait, pour origine les insectes issus des œufs d'hiver, qui, après leur éclosion, se dirigent vers les feuilles pour y former ces excroissances dans lesquelles ils se multiplient, il en résulte que tous les œufs d'hiver, sans exception, que renfermaient les vignes badigeonnées, avaient été détruits par l'opération pratiquée quelques mois auparavant. Ce résultat a été constaté par de nombreux témoins, parmi lesquels je nommerai MM. Henri Marès, Planchon, Foëx, Riley, le professeur Brandza (de Bucharest), etc.

» Ce fait n'est pas le seul intéressant pour la pratique auquel ait donné lieu l'expérience que je viens de rapporter. Quelques personnes ont soutenu que l'invasion d'un vignoble n'était pas toujours due aux essaimages d'ailés qui viennent déposer sur les souches, par l'intermédiaire des sexués, leurs œufs d'hiver, mais que l'infection pouvait aussi se produire par de jeunes Phylloxeras aptères que des coups de vent jettent sur les vignes. On a conclu de là que les moyens dirigés contre l'œuf d'hiver étaient insuffisants pour arrêter la marche du fléau, puisqu'il restait la voie autrement large

de sa propagation par les jeunes aptères transportés par les vents. S'il en était ainsi, il faudrait que l'aspect actuel de notre vigne de la Paille fût, pour ainsi dire, celui d'un seul et vaste champ de galles, puisque, d'avril à septembre, c'est-à-dire pendant six mois, les jeunes Phylloxeras qui se promenaient sur les vignes ou à l'entour de celles-ci sur le sol avaient eu tout le temps d'être disséminés par les courants d'air dans toutes les parties du champ et d'y former de nouvelles galles. Or ce champ présente encore actuellement le même aspect qu'au printemps dernier, c'est-à-dire que les galles sont restées localisées, comme alors, dans la partie non traitée; tout au plus en trouve-t-on quelques-unes sur les vignes traitées, placées à la limite des deux lots, qui entremêlent leurs sarments avec ceux des vignes gallifères servant de témoins, par lesquelles elles ont été contaminées par contact direct.

» Cette observation me paraît tout à fait concluante pour démontrer que la transmission, même à une très courte distance, c'est-à-dire de vigne à vigne, dans un même champ, n'a pas lieu par de jeunes Phylloxeras aptères mécaniquement transportés par l'air. A plus forte raison, ceux-ci ne pourraient être emportés ainsi à de grandes distances d'un foyer phylloxérique. Cela ne veut pas dire que les Phylloxeras gallicoles ne jouent pas un rôle important dans la propagation du parasite. Ce rôle a été clairement indiqué depuis longtemps par M. Max. Cornu (*Comptes rendus*, 15 décembre 1873).

» Il résulte de la transformation des Phylloxeras gallicoles en Phylloxeras radicicoles, qui viennent accroître les populations souterraines et ajouter de nouveaux éléments aux essaimages futurs.

» J'avais appelé sur ce point l'attention de M. Couanon, délégué du Ministère de l'Agriculture, qui, dans les premiers jours de ce mois d'octobre, visita le champ d'expérience de la Paille. M. Couanon constata effectivement de nombreux renflements frais, couverts de Phylloxeras, dans la partie non traitée, tandis que dans la partie traitée, dénuée de galles, les radicelles ne présentaient que des renflements desséchés et flétris, dont la formation remontait évidemment à une époque antérieure au traitement. Le badigeonnage avait donc eu ce résultat, en supprimant les galles, d'empêcher la multiplication du Phylloxera sous terre et la destruction des radicelles par la formation de nouveaux renflements. Ces faits mettent dans tout son jour le danger de l'introduction dans nos vignobles des cépages américains, si sujets à la production de galles phylloxériques.

» Je ne m'étendrai pas plus longuement sur ces essais de traitement des

vignes par les badigeonnages goudronneux. Je les ai exposés avec détail dans le Rapport que je viens de présenter à ce sujet à M. le Ministre de l'Agriculture ([1]). On y trouvera aussi la formule de la nouvelle préparation par laquelle j'ai proposé de remplacer les mélanges au goudron, dont j'ai signalé les inconvénients dans cette Note, et les résultats des premières applications pratiques faites avec le nouveau mélange. Je veux seulement signaler encore ici un dernier effet observé sur les vignes goudronnées : c'est le retard qu'éprouvent dans leur végétation les ceps qui ont reçu un badigeonnage complet au goudron, les bourgeons compris.

» On constate que ces plants goudronnés subissent tous, à la pousse, un retard de quinze jours à trois semaines au moins sur les plants qui n'ont pas subi cette opération. On doit attribuer sans doute ce résultat à l'obstacle plus ou moins complet que l'enduit formé par le goudron oppose à l'évaporation de la sève. Le même résultat a été observé aussi sur d'autres végétaux, le Lilas, divers arbres fruitiers. Les branches goudronnées ont toutes présenté un retard sensible dans leur végétation sur les branches non goudronnées de la même plante. Peut-être y aurait-il là une indication à saisir pour soustraire la vigne et d'autres végétaux aux effets des gelées tardives du printemps en retardant la pousse : mais il faudrait recourir pour cela à une substance qui n'exposât pas la plante au même danger que le goudron. »

M. **Retzluff-Boursier** adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **E. Durand**, M. **F. Follacci** adressent diverses Communications relatives à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **A. Hochereau** prie l'Académie de soumettre à l'examen d'une Comsion son Mémoire sur les causes d'explosion des chaudières à vapeur.

(Commissaires : MM. Phillips, Tresca, Resal.)

([1]) *Journal officiel* du 1er octobre 1884.

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Mémoire publié à Copenhague, par M. *Ad. Hannover*, « Sur la structure du crâne humain dans l'encéphalie, dans la cyclopie et dans la synotie ». (Présenté par M. Vulpian.)

2° Une Brochure de M. *H. Beaunis*, intitulée « De la justesse et de la fausseté de la voix. Étude de physiologie musicale. » (Présentée par M. Marey.)

3° La Conférence faite par M. *Ch. de Comberousse*, au Congrès tenu à Rouen en 1883 par l'Association française pour l'avancement des Sciences, sur « le transport de l'énergie ». (Présentée par M. Bouquet de la Grye.)

L'Administration des mines de Finlande adresse, pour la Bibliothèque de l'Institut, la 7e livraison de la Carte géologique de la Finlande.

ASTRONOMIE. — *Occultations d'étoiles par la Lune, observées à Toulouse pendant l'éclipse totale du 4 octobre 1884.* Note de M. Baillaud, présentée par M. Tisserand.

« Dans le Tableau suivant, la première colonne indique les numéros des étoiles d'après la liste dressée par l'observatoire de Poulkowa ; la deuxième, la nature du phénomène; la troisième, l'heure en temps moyen de Toulouse; la quatrième, l'observateur : F. désigne M. Fabre; S.-B., M. Saint-Blancart; B., M. Baillaud.

85....	I	9h24m25s,7	F.
		26,1	B.
81....	I	9.26.51,6	S.-B.
74....	E	9.31.40,9	B.
		41,2	S.-B.
63....	E	9.40. 5,4	B.
94....	I	10. 0.35,8	B.
		35,9	F.
		37,2	S.-B.

		h m s	
95....	I	10. 7.31,8	F.
		32,7	S.-B.
		33,0	B.
85....	E	10.24.37,4	B.
		48,8	S.-B.
96....	I	10.25.59,1	S.-B.
106....	I	10.33. 1,1	B.
		2,2	F.
107....	I	10.39.25,5	F.
108....	I	10.41. 9,6	F.
109....	I	10.41.20,3	S.-B.
		20,6	B.
		21,7	F.

» M. Fabre observait au grand télescope, M. Saint-Blancart à l'équatorial Secretan, M. Baillaud à l'équatorial Brunner. L'une des deux observations de 85 E est évidemment en erreur de dix secondes ».

ASTRONOMIE. — *Observations de l'éclipse de Lune du* 4 *octobre* 1884, *faites à l'observatoire de Bordeaux;* par MM. **Doublet**, **Flamme** et **Courty**. Transmises par M. G. Rayet.

« Les observations de l'éclipse de Lune du 4 octobre 1884 ont été faites, à l'observatoire de Bordeaux, dans des conditions atmosphériques assez favorables; mes aides ont obtenu, pendant la totalité du phénomène, les immersions ou les émersions de plusieurs étoiles indiquées par M. O. Struve, dans le n° 2615 des *Astronomische Nachrichten*.

» Les observations ont été faites aux deux équatoriaux de 8 et de 14 pouces.

» I. *Observations à l'équatorial de* 8 *pouces*. — A l'équatorial de 8 pouces (longitude ouest de Paris, $11^m 26^s,2$; latitude nord, $44° 50' 6'',2$) et avec un grossissement de 73 fois, M. Flamme, aide-astronome, a obtenu les résultats suivants :

Numéro de l'étoile de O. Struve.	Temps moyen de Bordeaux. Immersion.	Émersion.
	h m s	h m s
61	»	9.17.50,0
63	»	9.30.25,0
82	9.22.29,5	»

Numéro de l'étoile de O. Struve.	Temps moyen de Bordeaux.	
	Immersion.	Émersion.
	h m s	h m
85	9.14.34,2	10.17.24,6
96	10.19. 8,4	»
106	10.24. 5,4	»
108	10.30. 5,6	»

» M. Flamme a trouvé l'observation des immersions ou des émersions des étoiles de 9e ou 10e grandeur impossible en dehors de la période de totalité, l'éclairage du champ par la moindre partie encore éclairée de la Lune suffisant à faire disparaître les très faibles étoiles à observer, ainsi que le bord de la Lune.

» Pour les immersions il y a, suivant les notes de M. Flamme, jonction des images de la Lune et de l'étoile bien avant l'instant vrai du phénomène; on pourrait même dire qu'il y a pénétration de l'image dans celle de la Lune, et cela, à tel point qu'il ne faut pas perdre un instant de vue cette image, sous peine de ne plus la retrouver, bien qu'elle n'ait pas encore disparu. Cependant l'instant à noter est bien caractérisé par la diminution d'éclat assez brusque et très suffisamment sensible qui se produit; il semble que l'étoile fasse un plongeon. A partir de ce moment, elle a complètement disparu.

» Les émersions sont caractérisées par un phénomène inverse.

» II. *Observations à l'équatorial de 14 pouces.* — M. Doublet, aide-astronome, a observé à l'équatorial de 14 pouces (longitude, $11^m 26^s,3$; latitude, $40°50'3'',2$), avec un grossissement de 271 fois, l'émersion de l'étoile n° 82. Il a trouvé :

Numéro de l'étoile de O. Struve.	Temps moyen de Bordeaux.	
	Immersion.	Émersion.
		h m s
82	»	9.52.37,4

» M. Courty, élève-astronome, a observé au même instrument et avec le même grossissement la seconde partie de l'éclipse. Les résultats obtenus sont les suivants :

Numéro de l'étoile de Struve.	Temps moyen de Bordeaux.	
	Immersion.	Émersion.
	h m s	h m s
85	»	10.17.25,5
106	10.24. 6,0	
107	10.29.56,0	

» Dans ses notes, M. Courty constate qu'il lui a été impossible d'observer après l'étoile n° **107**, la Lune commençant à sortir de l'ombre et les étoiles de 10e grandeur devenant aussitôt invisibles.

» Il remarque aussi que, pour l'immersion, le phénomène de complète disparition de l'étoile est très net, mais que, avant la disparition, l'étoile semble entrer sur le disque lunaire, qu'elle faiblit ensuite un peu et qu'enfin elle disparaît brusquement. On dirait, dit-il, que le bord du disque lunaire est transparent. Ce qui est certain, ajoute-t-il, c'est que l'étoile ne disparaît pas au moment de son entrée derrière le disque.

» Quant aux observations d'émersion, elles paraissent avoir montré des phases inverses. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf* (1884), *faites au cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux*. Note de M. **Courty**, transmise par M. G. Rayet.

Dates. 1884.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente conclue.	Distance apparente au pôle nord.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Sept. 28........	8.47.57,14	21.20. 3,87	71.13.25,7	—1̄,4134
Oct. 13.........	8. 5.35,08	21.36.43,12	78.31.57,0	—1̄,3150
16.........	7.58.15,42	21.41.11,92	79.58.16,1	—1̄,2988

» L'éclat général de la comète paraît avoir légèrement augmenté depuis les premières observations, mais le noyau reste toujours comparable à une étoile de 9e grandeur; la nébulosité est ronde. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète* (244), *faites à l'observatoire d'Alger* (*télescope de* 0m, 50 *d'ouverture*); par M. **Rambaud**. (Communiquées par M. Mouchez.)

Dates. 1884.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log fact. parallaxe.	Déclinaison apparente.	Log fact. parallaxe.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Oct. 17.....	11. 7.12	2.15.48,81	$(9,243)_n$	+13.26. 1,3	0,555
18.....	11.12.48	2.14.54,44	$(9,187)_n$	+13.18.28,3	0,554

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse totale de Lune (4-5 octobre 1884), faite à Orgères (Eure-et-Loir)*; par M. **Edm. Lescarbault.**

« *Samedi 4 octobre* 1884. — Un peu avant $7^h 20^m$ du soir, au moment où la Lune va entrer dans la pénombre, le ciel se couvre d'une bande de grumeaux grisâtres, allant du nord au sud.

» A $8^h 15^m$ soir, vent nord modéré. L'attente est trompée, le temps ayant été très beau jusque-là. Des duvets gris et des plaques grises, plus foncées, venant du nord avec assez de rapidité, ont couvert le ciel presque dans sa totalité; il ne reste que de petites éclaircies; la Lune est quelquefois cachée tout à fait, le plus souvent voilée, de façon à être un peu visible à travers la lunette de 5 pouces, munie d'un grossissement de cinquante à soixante fois seulement. Le champ est un peu plus grand que la Lune, qui est quelquefois assez brillante durant de courts instants.

» Baromètre $= 28^{po} 0^{lig},80$.

» La Lune est d'un blanc jaune très légèrement verdâtre; le ciel n'a plus qu'une teinte rouge, très peu sensible, même à peine sensible. Cette teinte était prononcée au moment du crépuscule.

» Vers $9^h 15^m$ du soir, le ciel se découvre, il ne reste plus que quelques alto-cumuli et quelques grandes plaques d'un gris très faible, très diffuses, très vaporeuses, venant du nord avec rapidité, voilant la Lune de temps en temps. Cela dure à peu près jusqu'au moment où l'ombre de la Terre passe par les extrémités d'un diamètre de notre satellite; cependant, l'ombre n'est pas trop diffuse sur son contour; mais il m'est impossible de constater si elle s'écarte de la figure d'un arc de cercle, et, comme la Lune est sphérique et non pas plane, il en résulte que le cône d'ombre projeté sur sa surface doit y dessiner une ligne courbe de moindre courbure à l'endroit le plus saillant de notre satellite.

» Le rayon de cet astre étant excessivement petit, relativement à sa distance au Soleil, l'effet est sensiblement nul et la base du cône d'ombre, au lieu de passer par le centre de la Lune, ayant un diamètre à peu près quatre fois aussi grand que celui de cette dernière, il me paraît bien difficile, vu l'indécision de la limite entre l'ombre et la pénombre, de dire si l'arc de l'ombre sur la Lune s'écarte de la forme d'un arc de cercle.

» Longtemps avant la totalité, l'ombre était d'un bleu noir bien évident

(entre le bleu et l'indigo), avec une bordure presque noire, de 2′ de largeur environ, qui disparut vers 10^h du soir. Pendant ce temps, aucun détail n'est visible sur le disque lunaire. Cependant, les bords des cirques, que je n'avais pas le temps de reconnaître à cause du passage fréquent de vapeurs, étant obliques sur la surface générale et réfléchissant de la lumière vers nous, il en résultait que le contour de l'ombre présentait de petites échancrures, assez nombreuses et bien appréciables.

» Quelque temps avant la totalité, une nouvelle bande de flocons et de grumeaux vient encore du nord et voile la Lune, qui, pourtant, reste un peu visible, rougeâtre à l'œil nu, jaune grisâtre dans la lunette. Les particularités de la Lune sont un peu visibles; la bordure noirâtre de 2′ de largeur, avec ses échancrures, reparaît vers 10^h30^m, pour s'évanouir vers 11^h45^m. De 10^h15^m à 11^h30^m, le ciel avait été en partie découvert.

» Une troisième bande de flocons, venant toujours du nord, passe au devant de la Lune avant sa sortie de l'ombre; puis le ciel se découvre de nouveau, et je ne trouve plus rien de particulier à noter pendant le passage à travers la pénombre.

» *Dimanche* 5 *octobre* 1884, 1^h *du matin.* — Vent du nord modéré, très froid; ciel à peu près complètement découvert.

» Autour de la Lune est une couronne de 15° à 16° de diamètre, de 30′ environ de largeur, d'un rouge un peu sombre, d'un ton faible, diffuse sur ses bords; dans son intérieur, la surface du cercle est d'un jaune gris, seulement sensible. Cela n'a aucun rapport avec l'éclipse de la Lune. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la détermination des orbites par trois observations.* Note de M. R. **Radau**.

« L'équation du plan d'une orbite en coordonnées héliocentriques peut se mettre sous les formes suivantes

$$(1)\qquad c'x' = cx + c''x'',\quad c'y' = cy + c''y'',\quad c'z' = cz + c''z'',$$

où c, c', c'' sont les rapports des triangles n, n', n'' (compris entre les rayons vecteurs r, r', r'') au quadrilatère $n + n''$. On a des relations analogues pour la Terre. Prenons maintenant l'écliptique pour plan des x, y, et posons

$$x = \rho\cos\mathfrak{L} + \mathrm{R}\cos\mathrm{L},\quad y = \rho\sin\mathfrak{L} + \mathrm{R}\sin\mathrm{L},\quad z = \rho\tang\lambda.$$

» En désignant par $\vartheta, \vartheta', \vartheta''$ les intervalles $t''-t'$, $t''-t$, $t'-t$, multipliés par la constante de Gauss, et posant

$$(2) \qquad c = \frac{\vartheta}{\vartheta'} + \gamma, \quad c'' = \frac{\vartheta''}{\vartheta'} - \gamma, \quad c' = 1 - \delta,$$

on aura approximativement

$$(3) \qquad \gamma = \frac{\vartheta'' - \vartheta}{3\vartheta'}\delta, \quad \delta = \frac{\vartheta\vartheta''}{2r'^3},$$

et des relations analogues entre les quantités C, C′, C″, Γ, Δ, R′, relatives à l'orbite de la Terre; par conséquent,

$$(4) \qquad \varepsilon = \frac{\gamma - \Gamma}{\delta - \Delta} = \frac{\vartheta'' - \vartheta}{3\vartheta'}, \quad \frac{\delta}{\Delta} = \left(\frac{R'}{r'}\right)^3.$$

» Les longitudes étant comptées à partir de R′ ($L' = 0$), on trouve

$$(5) \qquad \begin{cases} c\rho\beta' = c'\rho'\beta - (\gamma - \Gamma)\mathrm{N}\,\mathrm{tang}\,\lambda'', \\ c''\rho''\beta' = c'\rho'\beta'' + (\gamma - \Gamma)\mathrm{N}\,\mathrm{tang}\,\lambda, \\ c''\rho''\beta = c\rho\beta'' + (\gamma - \Gamma)\mathrm{N}\,\mathrm{tang}\,\lambda'; \end{cases}$$

$$(6) \qquad \frac{c'\rho'\mathrm{A}'}{\mathrm{R}'\beta'} = (\delta - \Delta)(1 + \varepsilon\mathrm{P}),$$

où

$$\beta = \mathrm{tang}\,\lambda' \sin\mathcal{L}'' - \mathrm{tang}\,\lambda'' \sin\mathcal{L}', \quad \beta' = \mathrm{tang}\,\lambda \sin\mathcal{L}'' - \mathrm{tang}\,\lambda'' \sin\mathcal{L},$$
$$\beta'' = \mathrm{tang}\,\lambda \sin\mathcal{L}' - \mathrm{tang}\,\lambda' \sin\mathcal{L},$$
$$\mathrm{B} = \mathrm{tang}\,\lambda \sin(\mathcal{L}'' - \mathrm{L}) - \mathrm{tang}\,\lambda'' \sin(\mathcal{L} - \mathrm{L}),$$
$$\mathrm{B}'' = \mathrm{tang}\,\lambda \sin(\mathcal{L}'' - \mathrm{L}'') - \mathrm{tang}\,\lambda'' \sin(\mathcal{L} - \mathrm{L}''),$$
$$\mathrm{A}' = \mathrm{tang}\,\lambda \sin(\mathcal{L}'' - \mathcal{L}') - \mathrm{tang}\,\lambda' \sin(\mathcal{L}'' - \mathcal{L}) + \mathrm{tang}\,\lambda'' \sin(\mathcal{L}' - \mathcal{L}),$$
$$\mathrm{N} = \mathrm{R}'' \sin\mathrm{L}'' - \mathrm{R}\sin\mathrm{L}, \quad \mathrm{P} = \frac{\mathrm{RB} - \mathrm{R}''\mathrm{B}''}{\mathrm{R}'\beta'}.$$

» Si l'on néglige d'abord $\gamma - \Gamma$, les relations (5) donnent les rapports des distances raccourcies ρ, ρ', ρ'', pourvu qu'on puisse calculer c, c', c'' avec une valeur approchée de r'. Cette valeur de r' est fournie par l'équation (6). En effet, si l'on pose

$$\frac{\sin\chi'}{r'} = \frac{\sin\zeta'}{\mathrm{R}'} = \frac{\sin(\chi' - \zeta')}{\rho'}\cos\lambda',$$

où χ' est l'angle à la Terre, $\delta - \Delta$ peut s'exprimer par $\sin^3\zeta'$, et, en

regardant le facteur c' comme donné, l'équation (6) prend la forme

$$(7) \qquad a + b\cot\zeta' = \sin^3\zeta'.$$

Elle est alors du huitième degré par rapport à $\sin\zeta'$. Pour la résoudre, je me sers du procédé graphique que j'ai déjà appliqué à la solution du problème de Kepler. Les paramètres a, b étant regardés comme des coordonnées, l'équation (7) représente un système de droites qui rencontrent les axes a, b à des distances de l'origine respectivement égales à $\sin^3\zeta'$ et à $\sin^3\zeta'\tang\zeta'$; il suffit donc de tracer ces droites pour une série de valeurs de ζ' inférieures à 90°; le diagramme donne ensuite, à vue, la valeur de ζ' qui correspond à des valeurs données de a, b (pour $\zeta' > 90°$, on n'a qu'à changer le signe de b). Ayant trouvé ζ' en faisant d'abord $c' = 1$, on pourra calculer c' et trouver une valeur plus exacte de ζ'. On aura ainsi très vite une valeur approchée de r', qui permettra de faire usage des relations (5).

» Mais ces relations peuvent se mettre sous une forme plus élégante. En posant

$$\alpha = \cot\lambda\sin(\mathfrak{L} + \omega), \quad \alpha' = \cot\lambda'\sin(\mathfrak{L}' + \omega), \quad \alpha'' = \cot\lambda''\sin(\mathfrak{L}'' + \omega),$$
$$\mathrm{A} = \mathrm{A}'\cot\lambda\cot\lambda'\cot\lambda'', \quad \mathrm{M} = \mathrm{R}\cos\mathrm{L} - \mathrm{R}''\cos\mathrm{L}'',$$
$$\operatorname{tang}\omega = \frac{\varepsilon\mathrm{N}}{\mathrm{R}' + \varepsilon\mathrm{M}}, \quad \mathrm{Q} = \frac{\mathrm{R}' + \varepsilon\mathrm{M}}{\cos\omega},$$

elles deviennent

$$(8) \qquad \frac{cz}{\alpha'' - \alpha'} = \frac{c'z'}{\alpha'' - \alpha} = \frac{c''z''}{\alpha' - \alpha} = (\delta - \Delta)\frac{\mathrm{Q}}{\mathrm{A}},$$

de sorte qu'elles donnent directement les rapports des distances ρ. L'angle ω, qui dépend de ε, approche de zéro lorsque $\vartheta = \vartheta''$. En tout cas, ω et Q pourront se calculer avec la valeur approchée de ε que donne la formule (4). Les relations (8) contiennent aussi, sous une forme nouvelle, l'équation (6) qui donne r'.

» Dans le cas d'une orbite parabolique, on peut encore former une autre équation qui détermine r'. On y arrive au moyen de la relation très approchée

$$(9) \qquad \vartheta r^2 + \vartheta'' r''^2 = \vartheta' r'^2 + \vartheta\vartheta'\vartheta''\left(\frac{1}{r'} - \frac{1}{a}\right),$$

d'où le terme $\frac{1}{a}$ disparaît dans le cas de la parabole ($a = \infty$). En faisant,

pour la Terre, $a = 1$, on trouve

$$\frac{\vartheta}{\vartheta'}(r^2 - R^2) + \frac{\vartheta''}{\vartheta'}(r''^2 - R''^2) - (1 + 2\delta)(r'^2 - R'^2) = 2\delta R'^2,$$

et les différences $r^2 - R^2$ étant exprimées par les distances ρ, que les relations (8) permettent d'exprimer en fonctions du rapport $\xi = \frac{\delta}{\Delta}$, on obtient une équation de la forme

$$(\xi - 1)^2(a + b\xi) + (\xi - 1)(a' + b'\xi) = 1,$$

en arrêtant le développement des dénominateurs $\frac{1}{c}, \frac{1}{c'}, \frac{1}{c''}$ quand les coefficients deviennent très petits. Les relations (8) déterminent d'ailleurs le signe de la différence $\xi - 1$; on sait donc d'avance si l'on aura $\xi > 1$ ou bien $0 < \xi < 1$, ce qui limite la recherche des racines.

» Ayant trouvé r' par l'un de ces moyens, on a aussi ρ', puis ρ et ρ'' par les formules (5) ou (8), après avoir calculé c, c', c''. On pourra aussi se borner à déterminer le rapport $\rho : \rho''$ par l'une de ces formules, et calculer ρ par l'équation du second degré que fournit la relation

$$\vartheta r^2 + \vartheta'' r''^2 = \vartheta' r'^2 + \frac{\vartheta\vartheta'\vartheta''}{r'},$$

si nous exprimons r et r'' par ρ et $m = \frac{\rho''}{\rho}$. Les distances ρ, ρ'' donnent immédiatement r et r'', et les éléments paraboliques s'obtiennent alors comme il suit. Si nous combinons t'' avec les positions symétriques t et $2T - t$, l'équation de Lambert conduit aux relations

$$\sin w = \frac{3\vartheta'}{\sqrt{2}(r + r'')^{\frac{3}{2}}}, \quad s = \sqrt{2}\sin\tfrac{1}{3}w, \quad S = \frac{1}{2s}\,\frac{r'' - r}{r'' + r}, \quad \sqrt{2}\sin\tfrac{1}{3}W = S,$$

$$t + t'' - 2T = (t'' - t)\frac{\sin W}{\sin w}, \quad \frac{2q}{r + r''} = 1 - s^2 - S^2,$$

qui donnent q et T. On trouve ensuite i, Ω, ϖ par les formules connues, et la seconde approximation peut s'obtenir d'une foule de manières. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Recherches sur les groupes d'ordre fini contenus dans le groupe semi-cubique Cremona.* Note de M. Autonne, présentée par M. C. Jordan.

« Une substitution Cremona S d'ordre n et son inverse S^{-1} sont définies, comme on sait, par les symboles

$$S = |\, z_i \quad \varphi_i(z_1, z_2, z_3)\,|, \qquad S^{-1} = |\, z_i \quad \theta_i(z_1, z_2, z_3)\,| \quad (i = 1, 2, 3),$$

où φ et θ désignent des polynômes homogènes en z_i d'ordre n, entre lesquels existent les relations

$$\varphi_i(\theta_1, \theta_2, \theta_3) = \mathrm{M} z_i, \quad \theta_i(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3) = \mathrm{N} z_i.$$

» D'ailleurs les équations

$$\Sigma_i u_i \varphi_i = 0, \quad \Sigma_i v_i \theta_i = 0,$$

u_i, v_i = const. arbitraire, représentent en coordonnées z_i deux réseaux d'ordre n à un point d'intersection mobile et $n^2 - 1$ fixes, dits *fondamentaux*. Soient maintenant deux substitutions Cremona d'ordres n et n'

$$\mathrm{S} = | \, z_i \quad \varphi_i \, | \quad \text{et} \quad \mathrm{S}' = | \, z_i \quad \varphi'_i \, |.$$

» Posons

$$\Phi_i = \varphi'_i(\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3)$$

et soit P, d'ordre p, le facteur commun aux Φ_i, la substitution d'ordre $nn' - p$

$$| \, z_i \quad \Psi_i \, |,$$

obtenue en posant $\Phi_i = \mathrm{P}\Psi_i$, sera par définition la substitution S′S, produit de S′ par S, à condition que le réseau

$$\Sigma_i w_i \Psi_i = 0,$$

d'ordre $nn' - p$, satisfasse aux conditions indiquées plus haut.

» La convention précédente permet de déterminer d'une manière précise un *groupe* Cremona, d'une façon identique à toute autre nature de substitutions. L'*ordre* d'un groupe Cremona est l'ordre *maximum* des substitutions du groupe. Un groupe *semi-cubique* est un groupe cubique tel que le produit de deux substitutions cubiques du groupe soit d'ordre deux au plus. On sait d'ailleurs que toute substitution Cremona peut être envisagée comme un produit de substitutions quadratiques Cremona et de collinéations.

» Les groupes semi-cubiques peuvent se ramener par un choix convenable de coordonnées à l'un des types suivants; je suppose d'ailleurs expressément qu'il n'existe pas de points fondamentaux infiniment rapprochés.

» Première catégorie. — *Premier type.* — Groupe dérivé des substitutions

$$\begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_2 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix},$$

jointes à un certain nombre de substitutions de la forme

$$\begin{vmatrix} z_1 & b_1 z_1 f \\ z_2 & b_2 z_2 f \\ z_3 & -b_3[z_3 f - (a_1 - a_2)\varphi] \end{vmatrix}, \quad \text{où} \quad f = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ a_1 & a_2 & a_3 \\ 1 & 1 & 1 \end{vmatrix},$$

$b_i =$ racine de l'unité, $a_i b_i = 1$, $a_1 a_2 - a_3^2 = 0$, $\varphi = z_3^2 - z_1 z_2$.

» *Second type* (dix substitutions) dérivé de

$$\begin{vmatrix} z_1 & \tau^2 z_1 u \\ z_2 & \tau^3 z_2 u \\ z_3 & z_3 u - (\tau - \tau^4)\varphi \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} z_1 & \tau^3 z_2 \\ z_2 & \tau^2 z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad \text{où} \quad u = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ 1 & 1 & 1 \\ \tau^4 & \tau & -1 \end{vmatrix}, \quad \tau^5 = 1.$$

» *Troisième type* (huit substitutions), dérivé de

$$\begin{vmatrix} z_1 & j z_1 (z_3 - z_1) \\ z_2 & j^{-1} z_2 (z_3 - z_1) \\ z_3 & z_1 (z_2 - z_3) \end{vmatrix}, \quad \text{où} \quad j^8 = 1.$$

» *Quatrième type* (vingt-quatre substitutions), dérivé de

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1[z_3 - z_2)u - (\theta^2 - \theta)\varphi] \\ z_2 & z_2[z_3 - z_2)u - (\theta^2 - \theta)\varphi] \\ z_3 & -z_2[(z_3 - z_1)u - (\theta^2 - \theta)\varphi] \end{vmatrix}, \quad AB = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 z_3 \\ z_2 & z_1 z_3 \\ z_3 & z_1 z_2 \end{vmatrix}, \quad l = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix},$$

et

$$p = \begin{vmatrix} z_1 & \theta z_1 v \\ z_2 & \theta^2 z_2 v \\ z_3 & z_3 v - (\theta - \theta^2)\varphi \end{vmatrix}, \quad \text{où} \quad \theta^3 = 1, \quad \varphi = z_3^2 - z_1 z_2$$

et

$$u = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ \theta & \theta^2 & -1 \\ \theta^2 & \theta & -1 \end{vmatrix}, \quad v = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ 1 & 1 & 1 \\ \theta^2 & \theta & -1 \end{vmatrix}.$$

» *Cinquième type* (vingt-quatre substitutions), dérivé des substitutions A, AB, l jointes à la collinéation

$$L = \begin{vmatrix} z_1 & \theta z_1 \\ z_2 & \theta^2 z_2 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix}, \quad \text{mais} \quad u = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ \theta & \theta^2 & 1 \\ \theta^2 & \theta & 1 \end{vmatrix};$$

le reste comme plus haut.

» **Deuxième catégorie.** — Le groupe semi-cubique G contient un groupe linéaire g, d'ordre fini, et résulte de la combinaison de g avec le groupe Γ dérivé des substitutions

$$A = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 F \\ z_2 & z_2 F \\ z_3 & k_3 z_1 z_2 f \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} z_1 & z_1 F \\ z_2 & k_2 z_1 z_3 f \\ z_3 & z_3 F \end{vmatrix}, \quad C = \begin{vmatrix} z_1 & k_1 z_2 z_3 f \\ z_2 & z_2 F \\ z_3 & z_3 F \end{vmatrix},$$

$$D = \begin{vmatrix} z_1 & (z_1 - z_3)[F + k_3(z_2 - z_3)(k_2 z_1 - k_1 z_2)] \\ z_2 & (z_2 - z_3)[F + k_3(z_1 - z_3)(k_2 z_1 - k_1 z_2)] \\ z_3 & k_3(z_1 - z_3)(z_2 - z_3)(k_2 z_1 - k_1 z_2) \end{vmatrix}.$$

» Les symboles F et f sont

$$F = \begin{vmatrix} z_2 z_3 & z_3 z_1 & z_1 z_2 \\ 1 & 1 & 1 \\ k_2 k_3 & k_3 k_1 & k_1 k_2 \end{vmatrix}, \quad f = \begin{vmatrix} z_1 & z_2 & z_3 \\ 1 & 1 & 1 \\ k_1 & k_2 & k_3 \end{vmatrix}.$$

» Le groupe Γ contient seize substitutions; quant au groupe g, il a une des quatre formes suivantes :

» *Premier type.* — Les constantes k_i sont quelconques; g se réduit à l'unité, et G aux seize substitutions de Γ.

» *Deuxième type* — On a $k_i = \theta^i$, $\theta^3 = 1$, G contient 16,6 substitutions, g dérive des collinéations

$$\begin{vmatrix} z_1 & \theta^2 z_2 \\ z_2 & \theta z_1 \\ z_3 & z_3 \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{vmatrix} z_1 & z_2 \\ z_2 & z_3 \\ z_3 & z_1 \end{vmatrix}.$$

» *Troisième type.* — On a $k_1 = i$, $k_2 = 1 + i$, $k_3 = 1$, $i^2 + 1 = 0$; G contient 16.4 substitutions; g dérive de la collinéation

$$\begin{vmatrix} z_1 & -z_3 \\ z_2 & z_1 - z_3 \\ z_3 & z_2 - z_3 \end{vmatrix}.$$

» *Quatrième type.* — On a $k_1 = 3 + \sqrt{5}$, $-k_2 = 1 + \sqrt{5}$, $k_3 = 2$. G contient 16.10 substitutions; g contient dix collinéations et dérive de

$$\begin{vmatrix} z_1 & k_1 z_3 \\ z_2 & k_2(z_3 - z_1) \\ z_3 & k_3(z_3 - z_2) \end{vmatrix} \quad \text{et} \quad \begin{vmatrix} z_1 & k_1 k_2 k_3 z_1 \\ z_2 & k_2^2(k_3 z_1 - k_1 z_3) \\ z_3 & k_3^2(k_2 z_1 - k_1 z_2) \end{vmatrix}. \text{ »}$$

MAGNÉTISME TERRESTRE. — *Observations de magnétisme terrestre, faites en Russie par M. le général* **A. de Tillo**, présentées par **M. Mouchez.**

« Ayant achevé mon Ouvrage sur l'intensité du magnétisme terrestre, Ouvrage qui va paraître dans le *Recueil météorologique* ([1]) de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg (t. IX), j'ai l'honneur de communiquer sommairement les résultats de mes recherches.

» *Pour la Russie d'Europe* et les contrées avoisinantes (notamment pour les latitudes de 35° à 80° nord et les longitudes de 15° à 70° est de Greenwich), j'ai réuni en tout plus de huit cent vingt points d'observation de l'intensité magnétique (horizontale et totale).

» Au nombre de ces points d'observation, il y en a deux cent vingt-quatre qui ont servi à l'investigation de la variation séculaire de l'intensité : ce sont ceux où les observations ont été effectuées à des époques différentes (de 1806 à 1884). Grâce à ces nombreuses observations, dont la majeure partie appartient à Hansteen (1828-1830) et à J. Smirnow (1871-1878), j'ai trouvé que la variation séculaire de l'intensité est une fonction de la latitude et de la longitude du lieu.

» La petite Table qui suit donne les valeurs de la variation séculaire ou plutôt du changement annuel de l'intensité horizontale, exprimées en unités absolues du système métrique, pour la Russie d'Europe :

Longitude est de Greenwich.	Latitude nord. 35°-40°	40°-45°	45°-50°	50°-55°	55°-60°	60°-65°	65°-70°	70°-75°	75°-80°
15°-30°.....	—0,0019	—0,0018	—0,0016	—0,0013	—0,0010	—0,0008	—0,0006	—0,0004	—0,0001
30-45.....	—0,0013	—0,0012	—0,0010	—0,0007	—0,0004	—0,0002	± 0	+0,0002	+0,0005
45-60.....	—0,0006	—0,0005	—0,0003	± 0	+0,0003	+0,0005	+0,0007	+0,0009	+0,0012
60-75.....	+0,0001	+0,0002	+0,0004	+0,0007	+0,0010	+0,0012	+0,0014	+0,0016	+0,0019

(Erreur probable, ± 0,0004.)

» Pour ce qui concerne l'intensité totale, son changement annuel est à peu près le même pour les latitudes de 35°-80° nord, au méridien 45° est de Greenwich.

([1]) Rédigé par M. H. Wild.

Variation annuelle de l'intensité totale :

Latitude nord.	
35°-45°	+ 0,0002
45-55	+ 0,0001
55-65	+ 0,0003
65-80	— 0,0002

» Par contre, la variation de l'intensité totale change comme il suit, selon la longitude du lieu, pour les latitudes 35°-80° nord :

Longitude est de Greenwich.	
15°-30°	— 0,0015
30-45	— 0,0010
45-60	+ 0,0005
60-75	+ 0,0008

(Erreur probable, ± 0,0009.)

» Ces résultats sont consignés sur deux petites Cartes sur lesquelles les lieux ayant la même variation séculaire (horizontale et totale) ont été reliés par des lignes, conformément à ce que j'ai fait avant pour le changement annuel de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aiguille aimantée.

» La ressemblance des lignes d'égale variation séculaire de l'intensité horizontale et de l'inclinaison est évidente. Les lignes-zéro de la variation séculaire horizontale et totale traversent la Russie d'Europe du nord au sud.

» Moyennant ces recherches sur la variation séculaire au XIXe siècle, j'ai pu réduire avec facilité toutes les huit cent vingt observations à la même époque de l'an 1880 et j'ai construit une Carte des lignes isodynamiques pour la Russie d'Europe, dont je présente une copie autographe. Sur cette Carte, les lignes d'égale intensité horizontale et totale sont tracées de 0,1 à 0,1 (unités absolues de Gauss).

» La différence moyenne entre les observations directes et la lecture des valeurs de l'intensité d'après la Carte est, pour l'intensité horizontale, de ± 02 et, pour l'intensité totale, de ± 0,05. On ne peut considérer comme anomalies que les divergences qui dépassent pour l'intensité horizontale

la valeur ±0,06 et pour l'intensité totale la valeur ±0,15. Les plus grandes anomalies constatées jusqu'à présent sont celles de

	Différence entre l'observation et le tracé normal.	
	Int. hor.	Int. totale.
Jussar Ö (golfe de Finlande).......	+ 2,34 et — 1,48	+ 6,57 et — 1,78
Krükowskaja et Belgorod (au nord de Charkow.....................	+ 0,61 et + 0,64	+ 0,67 et + 0,88

(unités de Gauss).

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la force élémentaire de l'induction solaire dont la durée périodique est d'un jour moyen.* Note de M. **Quet.**

« Avant 1878, on ne connaissait pas les périodes des forces élémentaires d'induction dans lesquelles on peut décomposer l'action inductrice du Soleil sur les fluides électriques de la Terre. Je fis alors connaître que l'une d'elles avait un jour solaire moyen pour période, avec une inégalité horaire d'un an, qu'une autre avait pour période la durée de la rotation apparente du Soleil autour de son axe, vue de la Terre.... Il est très facile de remarquer que ces périodes se retrouvent dans les observations faites avec les boussoles magnétiques, et l'esprit est naturellement porté à attribuer ces coïncidences au rapport de cause à effet. J'ai pensé qu'il était bon de suspendre tout jugement jusqu'à ce que l'on ait fait des recherches plus complètes. Comme il s'agit ici d'une question assez importante, j'ai cru qu'il ne serait pas inutile d'isoler autant que possible les forces élémentaires les unes des autres, afin d'en examiner plus aisément les caractères. C'est ce que je me propose de faire pour les principales d'entre elles. J'examinerai en premier lieu celle qui correspond à un jour solaire moyen. J'ai pu atteindre le but après avoir découvert la proposition générale que voici :

» *La force d'induction produite par un système quelconque de courants électriques sur une particule m de fluide électrique positif est perpendiculaire à la vitesse relative ov de cette particule et à la direction od de la ligne de force qui passe par le point o du champ magnétique; elle est dirigée vers la gauche de la vitesse personnifiée et regardant od; enfin elle est mesurée par l'aire*

du parallélogramme construit sur ov et od; si f désigne cette force, on a

$$f = m\,dv \sin e,$$

e étant l'angle vod.

» Dans le cas où le Soleil agit sur la Terre, l'action sur la masse *m* placée au centre du globe sera dirigée du centre de la Terre vers le centre du Soleil ou en sens contraire, suivant qu'il s'agit de l'électricité positive ou négative, ou bien suivant que le pôle magnétique austral du Soleil est au nord ou au sud de l'écliptique.

» Pour tous les autres points de la Terre, les forces analogues seront sensiblement égales et parallèles à la précédente. A chaque instant, les fluides électriques du globe sont donc soumis à deux systèmes de forces, qui convergent les unes vers le centre du Soleil et les autres vers le point opposé.

» A mesure que la sphère céleste tourne, emportant le Soleil qui a, en outre, son mouvement propre, les forces d'induction suivront le Soleil ou le point opposé, tourneront avec la sphère céleste et achèveront leur tour en un jour solaire moyen.

» Ces forces conserveront leur intensité, et leur direction subira une variation d'une durée périodique, égale à un jour solaire moyen. Ce résultat, qui est obtenu très simplement, peut servir à vérifier ceux de la théorie analytique générale que j'ai exposée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les décharges disruptives de la machine de Holtz.* Note de M. l'abbé MAZE, présentée par M. Jamin.

« Lorsque l'on emploie une machine de Holtz dont l'excitateur est construit de telle sorte que l'étincelle puisse se tirer, à volonté, à droite ou à gauche de l'axe de l'appareil, on constate que la position à donner à la partie mobile de cet excitateur est loin d'être indifférente.

» Ainsi, si on laisse celui-ci au complet, avec ses boules et son condensateur; si, de plus, on donne aux deux branches mobiles une position telle que la boule qui dégage l'électricité positive soit plus près de son condensateur que n'est l'autre du sien, en un mot, si l'on rompt la symétrie en portant l'ouverture des boules du côté positif, on obtient, avec un écartement moyen, deux aigrettes étroites et inégales en longueur, la plus

longue correspondant au pôle positif. Ces aigrettes ne se rejoignent pas, mais produisent de petites détonations sourdes : je les appellerai *aigrettes détonantes*.

» Si, sans rien modifier au reste de la machine, on change le côté de l'ouverture de manière que le conducteur positif soit le plus long, les choses changent complètement de face : il n'est plus possible, quel que soit l'écartement des boules, d'obtenir les aigrettes détonantes; c'est toujours l'étincelle crépitante ordinaire qui se produit.

» On peut encore démontrer l'influence du manque de symétrie, en enlevant la boule du pôle positif. Si alors l'interception est du côté positif, on peut obtenir une double aigrette très épanouie et très longue. Si, au contraire, l'interruption a lieu du côté du pôle négatif, l'aigrette atteint au plus la moitié de la longueur précédente. Si l'on enlève la boule du pôle négatif, l'influence de la symétrie ne se manifeste pas.

» On peut reprendre ces expériences après avoir enlevé les condensateurs : les phénomènes sont généralement de même ordre que dans les cas précédents, mais beaucoup moins intenses.

» Les phénomènes optiques ne sont pas d'ailleurs les seuls qui prouvent l'importance de la question de symétrie. Des faits d'ordre mécanique conduisent aux mêmes conclusions. En effet, si, après avoir privé l'excitateur de ses boules, on suspend entre les pointes une bande de papier, longue de $0^{m},10$ et large de $0^{m},2$, en plaçant l'ouverture du côté du pôle positif, le papier est énergiquement repoussé par le pôle négatif; si, au contraire, l'interruption a lieu du côté du pôle négatif, la répulsion se fait par le pôle positif. Cette expérience réussit avec ou sans les condensateurs, mais le résultat est plus net lorsque ceux-ci sont supprimés.

» Il est digne de remarque que, si les branches de l'excitateur sont placées symétriquement par rapport à l'axe de la machine, la répulsion se fait par le pôle positif avec les bouteilles de Leyde; par le pôle négatif, quand on ne les emploie pas.

» Dans ce qui précède, je ne me suis pas écarté de la simple exposition des faits, ne voulant préjuger aucune théorie. Il me semble que la cause des phénomènes observés doit être cherchée dans une induction réciproque des diverses parties de la machine. »

CHIMIE. — *Sur le trifluorure de phosphore*. Note de M. H. **Moissan**, présentée par M. Debray.

« On sait que le trifluorure de phosphore a été peu étudié jusqu'ici. D'après quelques recherches qui n'avaient pas eu pour but d'étudier spécialement les combinaisons du fluor avec les métalloïdes, on regardait ce composé comme étant un corps liquide bouillant à 60°.

» Le trifluorure de phosphore $PhFl^3$ est un corps gazeux, qui s'obtient en faisant réagir le phosphure de cuivre bien sec sur le fluorure de plomb exempt de silice. La préparation se fait dans un tube de laiton qui est fermé par un bouchon de liège portant un tube abducteur en plomb. Le gaz traverse ensuite un petit flacon laveur et est séché au moyen de ponce sulfurique.

» Le trifluorure de phosphore à la température de 24° n'est pas liquéfié, dans l'élégant appareil de M. Cailletet, par une pression de 180^{atm}. Mais, dans ces conditions, si l'on détend brusquement le gaz en le ramenant à la pression de 50^{atm}, il se transforme en un liquide repassant rapidement à l'état gazeux. A la température de — 10° et sous une pression de 40^{atm}, le fluorure de phosphore se maintient à l'état liquide. Il se présente dans ces conditions sous la forme d'un fluide très mobile, tout à fait incolore, n'attaquant pas le verre.

» La densité du trifluorure de phosphore gazeux a été déterminée au moyen de l'appareil de Chancel. On l'a trouvée égale à 3,022. La densité théorique du composé $PhFl^3$ serait 3,0775, en regardant la densité du fluor comme étant 1,32673.

» Le trifluorure de phosphore est un gaz incombustible en présence de l'air; mais, additionné d'un demi-volume d'oxygène, il détone au contact d'une flamme ou de l'étincelle électrique. Lorsqu'il est pur, il ne fume pas à l'air. Il se décompose lentement à la température ordinaire en présence de l'eau. La solution obtenue dans ces conditions renferme de l'acide fluorhydrique et de l'acide phosphoreux. La présence de ce dernier composé est mise en évidence par la réduction à chaud d'une solution d'acide sulfureux et par la formation rapide d'hydrogène phosphoré dans l'appareil de Marsh.

» La décomposition du trifluorure de phosphore par l'eau, analogue

à celle du trichlorure, peut donc être représentée par l'égalité suivante :

$$PhFl^3 + 6HO = PhO^3, 3HO + 3HFl.$$

» En présence de la vapeur d'eau à 100°, la décomposition du fluorure de phosphore est plus active. Elle exige encore cependant dix à quinze minutes.

» Le trifluorure de phosphore est rapidement absorbé, avec élévation de température, par une solution de potasse ou de soude. Il se forme dans ce cas un phosphite alcalin. L'absorption est plus lente en présence de l'eau de baryte ou d'une solution de carbonate de potasse.

» Le gaz fluorure de phosphore se décompose immédiatement en présence des solutions d'acide chromique ou de permanganate de potasse. Il est absorbé par l'alcool absolu, avec élévation de température, sans que le liquide porté ensuite à l'ébullition puisse régénérer le gaz.

» Le fluorure de phosphore est absorbé instantanément par le brome. En présence du bore amorphe ou du silicium cristallisé, porté au rouge sombre, il fournit du fluorure de bore ou du fluorure de silicium.

» En présence du sodium fondu, le fluorure de phosphore est rapidement décomposé. L'éprouvette s'emplit complètement de mercure. Le cuivre dans les mêmes conditions le décompose plus lentement.

» Le gaz ammoniac se combine au fluorure de phosphore sec, à froid, en fournissant une matière laineuse très légère, blanche, qui disparaît au contact de l'eau.

» L'action de l'oxygène sec nous a semblé très intéressante. On se souvient que, d'après Berzélius, Davy avait pensé à isoler le fluor en faisant brûler le fluorure de phosphore dans une atmosphère d'oxygène enfermée dans un vase de fluorine. Cette expérience, si elle a été faite par le grand chimiste anglais, n'a jamais été publiée, du moins nous ne l'avons trouvée nulle part.

» Nous avons vu précédemment que le trifluorure de phosphore ne fumait pas à l'air, s'absorbait très lentement par l'eau et fournissait dans ce cas de l'acide phosphoreux.

» Vient-on à faire un mélange de 4^{vol} de fluorure de phosphore et de 2^{vol} d'oxygène, puis à faire traverser le tout par une étincelle électrique, il se produit une violente détonation. Le volume diminue et l'on obtient un gaz dont les propriétés diffèrent de celles du trifluorure de phosphore.

Ce nouveau composé fume à l'air, est absorbé instantanément par l'eau en se décomposant et le liquide obtenu ne renferme plus trace d'acide phosphoreux. La solution fournit toutes les réactions de l'acide phosphorique. Le nouveau gaz obtenu dans cette expérience est du fluorure de phosphore à moitié brûlé : c'est, pensons-nous, l'oxyfluorure de phosphore $PhFl^3O^2$. L'étude de cet oxyfluorure n'est pas terminée.

» Le dosage du phosphore dans le trifluorure a été fait en mesurant un certain volume de gaz et en l'absorbant ensuite par une solution de potasse. Le phosphite de potasse était additionné d'acide azotique, évaporé à sec, calciné, repris par l'eau, et, après filtration, on précipitait tout l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

» J'ai pu doser le fluor en m'appuyant sur une propriété assez intéressante du fluorure de phosphore. Si l'on fait passer dans une cloche courbe, sur le mercure sec, un certain volume de fluorure de phosphore et qu'on porte ensuite la partie courbée au rouge sombre, le phosphore et le fluor se séparent. Le volume diminue et l'on voit assez rapidement les vapeurs de phosphore se condenser sur la partie froide en petites gouttelettes. La décomposition est complète en quarante minutes environ. Le volume a diminué d'un quart et la paroi de verre chauffée a été fortement corrodée. Le gaz restant est formé entièrement de fluorure de silicium, décomposable par l'eau, avec dépôt de silice

$$\underbrace{4PhFl^3}_{16^{vol}} + 6Si = \underbrace{3Si^2Fl^4}_{12^{vol}} + 4Ph.$$

» Ainsi, sous l'action de la chaleur, le fluorure de phosphore s'est décomposé, et le fluor mis en liberté a formé avec le silicium du verre du gaz fluorure de silicium. D'après le volume de fluorure de silicium, il est facile de déterminer la quantité de fluor. Ces expériences m'ont conduit à adopter, pour le composé décrit ci-dessus, la formule $PhFl^3$.

» En étudiant le résidu qui se trouve dans la cloche, on voit qu'il est formé en grande partie de phosphore ordinaire, soluble dans le sulfure de carbone, d'une certaine quantité d'acide phosphorique et d'un peu de phosphore rouge.

» Dans de prochaines Communications, j'aurai l'honneur de soumettre à l'Académie de nouvelles recherches sur ces composés du fluor et des métalloïdes. »

CHIMIE AGRICOLE. — *De l'emploi des engrais potassiques en Bretagne.* Note de M. G. LECHARTIER, présentée par M. Peligot.

« Les engrais phosphatés ont permis d'effectuer, en Bretagne, le défrichement d'étendues considérables de landes; ils constituent, avec les matières azotées, les principaux engrais complémentaires en usage dans la culture bretonne, et jusqu'ici on a laissé de côté la question de l'emploi des engrais potassiques comme complément des fumures normales. On considère généralement les roches granitiques et schisteuses qui ont servi à former la majeure partie de nos terres arables en Bretagne comme possédant des réserves de potasse que l'on peut utiliser avec le concours des engrais phosphatés. En effet, on a vu sur des terres de landes nouvellement défrichées le phosphate fossile et le noir animal produire des récoltes de sarrasin et de seigle presque égales à celles que l'on obtiendrait avec des engrais complets.

» Mais, après plusieurs récoltes, l'action des phosphates diminue rapidement : les réserves en principes assimilables que le sol possédait se trouvent en grande partie épuisées, et, si les engrais complets deviennent nécessaires, il faut en conclure que les décompositions lentes dont les roches sont le siège sous l'influence du travail mécanique et des agents atmosphériques sont insuffisantes à réparer les pertes subies par la couche arable.

» De même, dans les terres depuis longtemps en culture, les engrais phosphatés, en produisant des suppléments de récoltes, font consommer les réserves que le sol possédait en potasse assimilable, et il peut arriver que les engrais potassiques deviennent utiles dans une culture améliorante.

» Le granite et les schistes contiennent de la potasse et en abandonnent une proportion notable à l'action dissolvante des acides énergiques.

Numéros.		Potasse dissoute par kilogramme.
		gr
1.	Schistes gris bleuâtre (carrière Saint-Cyr, près Rennes)	2,438
2.	Schistes gris jaunâtre	3,104
3.	Schistes rouges de Pont-Réan	5,157
4.	Granite (Sens, Ille-et-Vilaine)	5,980

» Mais la potasse que les acides enlèvent de la roche réduite en poudre

fine est-elle immédiatement assimilable pour les plantes que nous cultivons? Pour résoudre cette question, nous avons opéré comme nous l'avons fait [1] pour étudier la solubilité des phosphates contenus dans ces mêmes roches. Nous avons formé des sols artificiels avec ces roches pulvérisées et nous y avons ajouté des engrais dépourvus de potasse et contenant tous les autres principes nécessaires à l'alimentation d'une plante. Nous avons semé dans chaque sol 4 graines de sarrasin.

» Dans le schiste n° 1, deux pieds se sont développés; tout en restant chétifs, ils ont fleuri et ont donné 14 graines pesant $0^{gr},240$; le poids de la paille s'élevait à $1^{gr},413$. Cette récolte contenait $0^{gr},024$ de potasse empruntée au schiste. Mais dans les autres expériences faites simultanément avec le granite, le schiste de Pont-Réan et le schiste n° 3, le résultat a été tout différent. Les graines ont germé; mais les jeunes plantes n'ont pas tardé à disparaître. Un second et un troisième semis ont eu le même sort.

» Ces résultats, négatifs dans trois essais sur quatre, montrent que la potasse de ces roches encore engagée dans des combinaisons silicatées n'est que très imparfaitement assimilable et qu'un travail est nécessaire pour l'amener à un état tel, qu'elle puisse être absorbée par les racines des végétaux. Il était permis de conclure de ces premiers essais que l'emploi des engrais phosphatés peut épuiser ou amoindrir notablement les réserves du sol en potasse assimilable, au point de rendre utiles les engrais potassiques.

» Deux séries d'expériences ont été faites, les unes sur des landes, immédiatement après leur défrichement, les autres sur des terres depuis longtemps soumises à une culture intensive.

» Les landes font partie de l'exploitation de M. Hunault, agriculteur à Orgères. Les engrais employés furent le sulfate d'ammoniaque, le sulfate de potasse, le phosphate précipité, le superphosphate et le phosphate fossile. Quelle que fût la nature du phosphate employé, avec ou sans accompagnement d'azote, la potasse a signalé sa présence d'une manière non douteuse. Ce résultat concorde avec la pratique qui consiste à employer les cendres comme engrais dans les défrichements.

» Les autres essais ont été faits sur les terres de la ferme-école des Trois-Croix, près de Rennes, avec le concours de son directeur, M. Héris-

(1) *Comptes rendus*, 28 avril 1884.

sant. Ils ont eu lieu en 1883 et en 1884 sur un champ qui est désigné dans l'exploitation sous le nom de *Champ-Nord*. Les plantes cultivées ont été successivement le sarrasin et le blé. Les engrais ont été appliqués au sarrasin; mais leur effet s'est encore très nettement fait sentir sur le blé qui l'a suivi. Le champ avait reçu une forte fumure en 1879 et avait produit successivement betteraves, orge, trèfle et blé d'hiver. L'effet de cette fumure devait être à peu près épuisé en 1883, lors du semis de sarrasin. On a employé des quantités d'engrais calculées de manière à fournir, sur une étendue de 1 are, 1^{kg} d'acide phosphorique, 2^{kg} de potasse et $0^{kg},3$ ou $0^{kg},6$ d'azote ammoniacal. Voici les résultats obtenus rapportés à 1 hectare :

Numéros.	Engrais.	Sarrasin, 1883. Grain.	Sarrasin, 1883. Paille.	Blé, 1884. Grain.	Blé, 1884. Paille.
		kg	kg	kg	kg
1.	Phosphate précipité..............	550	550	1374	1910
2.	Phosphate et potasse............	950	2300	1811	1826
3.	Phosphate et azote ($0^{kg},3$)........	300	400	1488	2416
4.	Phosphate, azote ($0^{kg},3$) et potasse..	1400	4900	2246	3477
5.	Phosphate, azote ($0^{kg},6$).........	600	1200	1448	2281
6.	Phosphate, azote ($0^{kg},6$) et potasse..	1300	2300	2367	3279

» Dans le reste du champ qui n'avait pas reçu d'engrais, la récolte avait à peu près la même valeur que sur la parcelle n° 1.

» D'autres essais, dans lesquels le phosphate précipité avait été remplacé par le phosphate fossile, ont fourni des résultats analogues aux précédents, soit avec le sarrasin, soit avec le blé.

» On voit ainsi que l'effet de ces engrais, à peu près nul en ce qui concerne l'acide phosphorique, s'est prolongé dans le même sens pendant deux ans, tout en faveur de la potasse.

» Ces expériences seront continuées; mais nous avons voulu exposer les résultats de ces premiers essais commencés au laboratoire et continués dans les champs, pour appeler l'attention sur leur conséquence pratique, qui peut avoir une grande importance pour l'agriculture de la Bretagne. Les faits que nous signalons sont assez nets pour que d'autres essais soient tentés dans cette voie nouvelle, non encore explorée.

» Nous ne saurions prétendre que, dans tous les cas, les engrais potassiques produiront des effets aussi marqués que ceux dont nous avons été témoin; mais nous ne saurions croire que les terres de la ferme-école

des Trois-Croix, soumises à une culture améliorante, forment une exception unique, et nous pensons que la question des engrais potassiques en Bretagne mérite d'être étudiée sérieusement. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouvelles expériences comparatives sur l'inoculabilité de la scrofule et de la tuberculose de l'homme au lapin et au cobaye.* Note de M. S. **Arloing**, présentée par M. Bouley.

« I. Un certain nombre de médecins et de chirurgiens, s'appuyant sur des considérations cliniques, admettent encore la dualité de la scrofule et de la tuberculose, tandis que la plupart des anatomopathologistes et des expérimentateurs réunissent ces deux affections en une seule espèce nosologique. Toutefois l'entente n'est parfaite ni dans un groupe ni dans l'autre.

» Comme nous désirons attirer exclusivement l'attention sur l'inoculabilité de ces maladies, on nous permettra de glisser sur les divergences qu'on peut relever chez les cliniciens et les histologistes. Si nous examinons surtout les travaux accomplis depuis que l'inoculabilité de la tuberculose a été démontrée, nous trouvons des expérimentateurs très déterminés à confondre la scrofule et la tuberculose. Cependant, si l'on parcourt les Mémoires ou les Notes publiées par Conheim, Schuller, Colas, Hyp. Martin, Poulet et Kiener, Lannelongue, on rencontre quelques résultats qui autorisent des doutes sur les déductions absolues qu'ils ont tirées. Au surplus, un expérimentateur dont l'opinion doit avoir une grande valeur en pareil cas, M. Villemin, conclut à la séparation des deux processus. Malheureusement, au point de vue expérimental, cette opinion repose sur deux inoculations dont les suites ont été différentes.

» II. En étudiant avec soin les conditions dans lesquelles les expériences ont été faites, on s'aperçoit qu'elles furent variées et l'on conçoit, jusqu'à un certain point, la diversité des résultats que nous signalions plus haut. Il nous a donc paru important de refaire les inoculations comparatives de scrofule et de tuberculose, en tenant un compte rigoureux : 1° de l'origine du virus; 2° de l'espèce sur laquelle on l'implante; 3° du mode d'inoculation. Nous avons emprunté la tuberculose au poumon et aux séreuses, la scrofule exclusivement aux ganglions strumeux du cou, chez des sujets qui ne présentaient pas trace, cliniquement, de tuberculisation viscérale. Nous avons étudié la réceptivité du lapin et du cobaye pour chaque pro-

cessus. Les matières à inoculer étaient réduites en pulpe, exprimées et filtrées, afin de pouvoir être injectées dans le tissu conjonctif sous-cutané ou dans le péritoine.

» III. Si l'on injecte sous la peau du lapin et du cobaye de deux à cinq gouttes de suc de tubercules vrais, on obtient toujours une tuberculisation viscérale chez l'un et l'autre animal. Les résultats sont autres si l'on inocule le suc d'un ganglion strumeux. Le 20 janvier 1884, M. Cordier, chirurgien de l'hospice de l'Antiquaille, à Lyon, a l'obligeance de nous remettre un ganglion extirpé le jour même sur un jeune garçon de quatorze ans, offrant les signes cliniques de la scrofule pure et simple. Ce ganglion est caséeux au centre. Il est employé entièrement à la préparation d'un suc que nous inoculons à la dose de deux gouttes sous la peau de dix lapins et de dix cobayes. Or, à la date du 28 mars, tous les cobayes ont présenté des ganglions hypertrophiés, caséeux, et des tubercules dans la rate et le poumon; au contraire, les dix lapins n'ont offert aucune trace de tuberculisation viscérale ou ganglionnaire. Deux de ces derniers seulement ont montré, au siège de l'inoculation, un petit amas de fines granulations jaunâtres, quelques-unes caséeuses, indices d'une légère évolution locale du virus scrofuleux et de la résistance qu'oppose l'organisme du lapin à l'extension de ses effets.

» IV. Nous devions nous assurer si la différence de réceptivité que nous avons relatée entre le lapin et le cobaye se manifesterait encore après des inoculations intra-péritonéales. Le 19 avril 1884, M. Cordier veut bien nous adresser un second ganglion extirpé sur le même malade. Six lapins et six cobayes reçoivent deux gouttes de virus dans le péritoine. Les cobayes meurent ou sont sacrifiés du 11 au 22 mai; tous présentent des lésions dans la rate, les ganglions épiploïques ou le ganglion de la scissure postérieure du foie. Les lapins sont sacrifiés le 6 juin; tous sont dans un parfait état d'embonpoint; la cavité abdominale est nette; pas de pus, pas de tubercules ni de gonflement ganglionnaire.

» Dans deux circonstances où nous avons inoculé du pus de ganglions scrofuleux abcédés recueilli sur des individus dont l'état de santé excluait l'idée de tuberculose, le lapin et le cobaye ont toujours réagi de la façon sus-indiquée, c'est-à-dire que le cobaye s'est montré propre à la généralisation des processus scrofuleux et tuberculeux, tandis que le lapin s'est prêté seulement à l'évolution de la tuberculose vraie.

» V. Parfois, malgré les apparences, la lésion est tuberculeuse et infecte les deux espèces animales. Ainsi, dans une série d'expériences sur cinq où

l'on avait inoculé des fongosités articulaires, de la synovie de tumeur blanche, des lésions épiphysaires, nous avons observé la tuberculisation simultanée du lapin et du cobaye. Mais le fait le plus remarquable en ce sens est le suivant : quelques ganglions du cou enlevés à une jeune femme, qui n'offrait d'ailleurs aucun symptôme alarmant, infectent le lapin et le cobaye; trois semaines après l'opération, cette femme était emportée par une tuberculose aiguë.

» VI. Les faits contenus dans cette Note nous mettent en présence d'une double conclusion : ou bien la scrofule et la tuberculose sont des affections voisines, mais causées par des virus différents, ou bien elles dérivent d'un seul virus dont l'activité est modifiée plus ou moins dans la forme scrofuleuse. Nous poursuivons des recherches pour déterminer la nature des rapports qui peuvent exister entre les deux processus. Toutefois, tels qu'ils sont aujourd'hui, nos résultats légitiment la distinction maintenue par beaucoup de praticiens et permettent de poser expérimentalement un diagnostic différentiel important au point de vue clinique. »

ASTRONOMIE. — *Sur les nuages légers des régions supérieures de l'atmosphère terrestre.* Note de M. **A. Badoureau**, présentée par M. Cornu.

« M. Cornu a signalé à l'Académie des Sciences, dans sa séance du 22 septembre 1884, l'existence probable de nuages légers qui se forment dans les régions supérieures de l'atmosphère, qui produisent des phénomènes de diffraction, et qui donnent naissance autour du Soleil à une illumination colorée. J'ai fait, au sujet de ces nuages, l'hypothèse suivante, que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» A la partie supérieure de l'atmosphère, la température s'abaisse jusqu'au zéro absolu, et, bien que la pression se réduise aussi à zéro, il est probable que l'*acide carbonique,* l'*azote* et l'*oxygène* s'y condensent successivement en nuages analogues à ceux que forme plus bas la vapeur.

» Dans le Soleil, les matières volatilisées et dissociées de l'intérieur se condensent et se combinent à la surface, où la température est moins élevée, et produisent des corps solides ou liquides, qui retombent à l'intérieur, et dont l'incandescence nous éclaire.

» Dans la Lune, la température est trop basse pour que les matières solides qui constituent sa surface puissent émettre des vapeurs *visibles,*

et ce serait aussi le cas de la Terre, sans la présence de l'eau, de l'acide carbonique, de l'azote et de l'oxygène.

» La surface de tous les corps, solides ou liquides, émet des vapeurs jusqu'à ce que leur pression propre atteigne un certain maximum, qui croît *très rapidement* avec la température. Il est probable que, dans les parties supérieures de l'atmosphère, la température est assez basse pour que la tension maximum de l'acide carbonique, et même de l'azote et de l'oxygène, ces gaz réputés jadis permanents, soit en rapport avec la faible pression qui s'y exerce.

» Dans ce cas, ce serait aux nuages formés par ces matières qu'on pourrait attribuer les phénomènes signalés le 22 septembre par M. Cornu. »

M. **Ch.-V. Zenger** adresse une Note intitulée : « La loi générale de réfraction. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 OCTOBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J. Bertrand présente à l'Académie, au nom de la famille de notre regretté Secrétaire perpétuel M. Dumas, le premier Volume de ses « Discours et Éloges académiques ». L'Ouvrage comprendra deux Volumes.

En tête de ce premier Volume se trouve la Préface suivante, due à M. Bertrand :

« L'exposition de la science serait incomplète et fausse si dans le tableau du présent on négligeait les droits et les travaux du passé. »

» En empruntant à Dumas lui-même la pensée juste et vraie qui pourrait servir d'épigraphe à son beau livre, je ne veux pas la séparer de la majestueuse image qui, dans l'éloge de Bérard, la précède et la prépare :

« Il en coûte aux plus rares esprits de sentir que, dans la marche lente, mais sûre, du génie de l'humanité, ils ne sont qu'un accident, de reconnaître que dans ce mouvement de la marée intellectuelle qui élève le niveau de l'âme humaine, ils ne sont qu'une vague un peu plus vigoureuse qui précède les autres, mais qui ne dépasse guère la ligne qu'elles allaient toutes bientôt franchir poussées par la main de Dieu. »

» C'est devant le jeune auditoire de l'École de Médecine, admirateur et confident de ses magistrales découvertes, que Dumas montrait, dans ces éloquentes paroles, sa modestie et sa force.

» Pour distinguer dans cette mer agitée de la science les vagues qui s'y succèdent par un continuel progrès, ne faut-il pas à l'œil perçant du génie tourné vers l'avenir, à la patience de l'érudit bien instruit du passé, allier le jugement ferme, sévère et bienveillant pourtant du critique ?

» Ces rares qualités brillent dans l'œuvre entière de Dumas ; l'histoire des idées, les vues profondes et rapides sur les conquêtes qui se préparent ont fait l'ornement et le charme de ses recherches savantes et précises. Toujours prêt quand on l'a appelé, Dumas n'était mieux préparé à aucune tâche qu'à celle de Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences ; zélé pour tous ses devoirs, il n'en remplissait aucun avec une joie plus émue que celui de louer les confrères regrettés et de mettre leur œuvre en lumière.

» Entre tant de modèles dans un genre dont les limites ne sont pas fixées, les éloges qui composent ces deux Volumes prendront une place originale et élevée : Faraday, Pelouze, Geoffroy Saint-Hilaire, de La Rive, les deux Brongniart, Balard, Victor Regnault, Henri et Charles Sainte-Claire Deville, évoqués par la mémoire fidèle de l'ami qui les connaissait si bien, deviennent sous sa plume l'occasion des plus magnifiques leçons.

» Je n'aurai pas, en présence de ces beaux tableaux, la hardiesse d'en esquisser l'ensemble et de juger les détails.

» Ce n'est pas en quelques pages rapidement écrites qu'il convient de louer une si grande figure et de réveiller des souvenirs chers encore à tant de pieuses mémoires.

» Dumas a écrit :

« L'Académie veut que ceux qui l'ont honorée soient loués digne-
» ment. »

» C'est un avertissement et un conseil, la tâche est grande et belle ; puissé-je un jour ne pas rester trop au-dessous d'elle.

» Cette édition est ornée d'un admirable portrait dessiné et gravé par Henriquel Dupont. Le grand artiste, en s'aidant surtout de ses souvenirs et s'inspirant de sa vieille affection, a reproduit les traits du grand savant. Les amis de Dumas seront heureux de retrouver ici cette noble figure, dont les beaux traits révèlent si bien tant d'intelligence unie à tant de bonté. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Les eaux contaminées et le choléra.* Note de M. **Marey** [1].

« Depuis sa première apparition en Europe, chaque fois que le choléra s'y est montré à l'état épidémique, il a donné lieu à des enquêtes pour rechercher les conditions dans lesquelles cette maladie se propage et pour trouver les moyens d'en arrêter la marche envahissante.

» En 1832, on ne savait du choléra qu'une chose, c'est qu'il venait de l'Inde, et que des bouches du Gange, son lieu d'origine, on le suivait depuis quinze ans d'étape en étape à travers le continent indien, la Chine, la Russie et le nord-est de l'Europe. En présence d'un mal inconnu, le corps médical et l'administration prescrivirent toutes les mesures que pouvaient suggérer les notions générales de l'hygiène, tandis qu'une Commission composée de dix membres, choisis parmi les ingénieurs, les médecins et les fonctionnaires les plus éminents, était chargée de préparer un Rapport *Sur la marche et les effets du choléra-morbus dans Paris et les communes rurales du département de la Seine.* Le Rapport qui parut en 1834 est une œuvre considérable dans laquelle la Commission a passé en revue toutes les conditions qui pouvaient avoir influé sur le chiffre de la mortalité. Elle a dressé la statistique des décès suivant l'âge, le sexe, la profession; elle a recherché, pour les différents quartiers de Paris et de sa banlieue, l'influence de la densité de la population, celles de l'altitude du terrain, de la sécheresse, de l'humidité, de l'orientation des maisons; elle a voulu savoir si la quantité d'eau tombée à différentes époques, si la direction du vent, si la température avaient eu quelque action marquée sur l'intensité de l'épidémie. Et les rapporteurs sont arrivés, après tant d'efforts, à cette désolante conclusion, qu'on ne pouvait encore saisir aucune des causes qui président à la propagation de la maladie [2].

» Mais, en même temps, l'Académie de Médecine faisait appel aux praticiens de province qui avaient eu occasion d'observer le choléra dans les

---

(1) L'Académie a décidé que cette Communication, bien que dépassant en étendue les limites réglementaires, serait insérée intégralement aux *Comptes rendus*.

(2) De ces premières statistiques ressort pourtant un fait remarquable, c'est que le chiffre des décès a été très fort chez les blanchisseurs : il y en a eu à Paris 165; aucune profession urbaine n'a donné pareille mortalité. Le rapport signale en outre comme influences qui prédisposent au choléra la misère et la malpropreté.

différentes régions de la France. Les documents qu'elle a reçus, extrêmement nombreux, se sont accrus encore lors des épidémies ultérieures; ils ont été soigneusement analysés et ont fait l'objet de deux importants Rapports, l'un de Briquet pour les épidémies antérieures à l'année 1850, l'autre de Barth pour les années 1854 à 1855. Ces Rapports ont montré que l'enquête portant sur les départements n'a pas été stérile et que les plus petites localités sont celles où il est le plus facile de suivre la propagation de la maladie. Les petits villages où un seul médecin peut voir tous les malades, connaître leurs relations de voisinage ou de parenté, leurs habitudes d'hygiène, assister aux premiers symptômes et aux différentes phases de la maladie, telles sont les localités où il faut porter l'enquête pour trouver d'utiles renseignements. C'est aujourd'hui une vérité acquise, un principe établi pour tous les médecins qui s'occupent spécialement des maladies épidémiques.

» Est-ce à dire que les enquêtes générales soient inutiles? Personne, je suppose, ne me prêtera cette pensée. Mais les grandes statistiques ne livrent que difficilement les vérités qu'elles renferment; il faut qu'une idée directrice en conduise l'interprétation et, mieux encore, qu'elle ait dirigé l'enquête elle-même.

» De l'épidémie de 1832 à celle de 1855, un certain nombre de faits relatifs à la propagation du choléra ont été mis en lumière par les observations faites en différents pays. D'autre part, la théorie des maladies épidémiques et contagieuses a subi, dans ces dernières années, une révolution véritable. Le moment paraît venu de rechercher si la théorie nouvelle présente, avec les faits d'observation, la concordance nécessaire.

» De la lecture des Rapports de Briquet et de Barth, ainsi que du dépouillement des documents originaux appartenant à l'Académie de Médecine ([1]), ressortent un certain nombre de faits, qui semblent bien établis. Permettez-moi de les énumérer sommairement.

» *A*. Le choléra épidémique présente différents degrés d'intensité, depuis la diarrhée simple et la cholérine plus ou moins grave jusqu'au choléra algide et asphyxique amenant la mort en quelques heures. On a appelé *constitution médicale cholérique* les dérangements gastriques ou intestinaux qui coexistent souvent avec le choléra épidémique.

» *B*. Le choléra se transmet par l'homme; il voyage avec lui par terre ou par mer et se propage plus ou moins vite, suivant la rapidité des

([1]) Dans ce dépouillement, j'ai été secondé avec beaucoup de zèle par M. le Dr Socquet et par M. Lebreton, interne à l'hôpital Lariboisière.

moyens de locomotion dont l'homme dispose. Dans une localité indemne, on voit d'ordinaire apparaître le choléra après l'arrivée d'un individu venant d'un pays où règne la maladie. Il n'est pas indispensable que le sujet importateur du choléra en soit atteint lui-même; il peut n'avoir qu'une diarrhée cholérique.

» *C.* Le principe contagieux du choléra semble résider dans les déjections intestinales des malades.

» *D.* Des objets ayant servi à des cholériques, leurs vêtements, des linges souillés de leurs déjections, ont transmis le choléra dans des localités plus ou moins éloignées où ils avaient été envoyés. Ces objets ont conservé parfois pendant plusieurs semaines leurs propriétés nocives. Des aliments préparés dans la maison d'un cholérique, puis emportés dans une autre maison, ont communiqué le choléra à la plupart de ceux qui en ont mangé.

» *E.* Beaucoup de sujets semblent réfractaires au choléra; on a vu souvent des individus s'exposer à toutes les conditions dans lesquelles la maladie se transmet habituellement et n'en éprouver aucun accident.

» *F.* On a pu, dans certains cas, déterminer le temps qui s'est écoulé entre l'action des causes ci-dessus indiquées et l'apparition du choléra. La durée minima d'incubation de la maladie paraît être de douze à vingt-quatre heures.

» *G.* Le choléra sévit plus fréquemment dans les villes que dans les campagnes; mais la mortalité relative, c'est-à-dire le rapport des décès au nombre des habitants, est plus grande dans les campagnes que dans les villes.

» *H.* La maladie sévit généralement avec plus de rigueur sur les populations pauvres que sur les classes riches ou aisées.

» *I.* De toutes les professions, c'est celle de blanchisseur qui donne la plus forte mortalité dans les épidémies de choléra.

» *K.* Les temps chauds et secs ont souvent été signalés comme augmentant l'intensité de l'épidémie. Le vent soufflant d'une localité où règne le choléra l'aurait parfois transmis à quelques kilomètres de distance.

» *L.* Les régions situées à une grande altitude échappent ordinairement au choléra; celui-ci sévit, au contraire, davantage dans les lieux bas et le long des rivières. Dans les villages situés sur des cours d'eau, le choléra se montre parfois successivement à quelques jours de distance, en suivant la direction du courant lui-même.

» *M.* Les violents orages et les grandes pluies précèdent très souvent

d'un jour ou deux l'apparition du choléra dans une localité, ou amènent une aggravation de l'épidémie si la maladie régnait déjà [1].

» *N*. Lorsque les déjections cholériques s'infiltrent dans le sol, souillent les puits, les citernes ou les rivières auxquelles on s'approvisionne d'eau potable, le choléra s'observe souvent chez les personnes qui boivent de ces eaux.

» *O*. Dans les épidémies de choléra, certains quartiers, certaines rues, certains groupes de maisons sont le siège d'une très forte mortalité. Un grand nombre de ceux qui séjournent dans ces localités sont frappés. Si les habitants de ces foyers cholériques transportent ailleurs leur domicile, on voit souvent l'épidémie s'éteindre.

» *P*. Les établissements fermés : prisons, collèges, couvents, asiles, etc., échappent ordinairement au choléra ; mais, s'il y pénètre, il y sévit souvent avec une extrême gravité.

» Tels sont les principaux faits que l'observation a révélés. La théorie parasitaire ou microbienne les explique tous ; bien plus, elle doit nous conduire à spécifier d'une manière précise les voies par lesquelles les germes infectieux pénètrent le plus habituellement dans l'organisme.

» En restant d'accord avec les faits observés, on peut admettre, avec notre illustre collègue Pasteur, qu'il n'émane d'un sujet atteint de choléra aucun élément contagieux volatil dangereux pour ceux qui le respirent. Les sueurs et les déjections du malade sont inoffensives pour ceux qui l'approchent et lui donnent des soins, et même pour le médecin qui, dans les autopsies, recherche les lésions caractéristiques du choléra.

» Et cependant ces déjections contiennent le germe de la maladie, l'organisme figuré, dont la détermination n'est pas encore faite, mais dont la raison nous affirme l'existence. C'est que les liquides retiennent jusqu'à leur complète évaporation les particules solides, même les plus ténues qu'ils renferment. Mais, aussitôt que ces matières sont desséchées, elles tombent en poussière au moindre contact et, livrées au souffle de l'air, pénètrent dans l'organisme des individus sains qui les reçoivent.

» On peut hésiter encore sur la voie habituelle d'introduction de ces poussières nocives, sur la question de savoir si elles entrent dans les poumons avec l'air respiré, ou si elles souillent les muqueuses digestives d'une

---

[1] Cette coïncidence est l'une des plus frappantes et des plus fréquemment signalées. Dans un grand nombre de pays, l'épidémie a subi des aggravations répétées à la suite d'orages successifs.

manière plus ou moins directe. On comprend toutefois que la malpropreté des habitations, la négligence des soins du corps, si fréquentes chez les classes pauvres (*H*) et dans les campagnes, l'habitude fâcheuse de préparer les aliments et de manger dans la chambre des malades, accroissent les chances de transmission de la maladie (*G*); on conçoit que la chaleur et la sécheresse de l'air, hâtant la dessiccation des matières cholériques, augmentent le danger (*K*); on s'explique comment des linges, des vêtements souillés portent avec eux la matière contagieuse (*D*), comment les blanchisseuses qui manient des linges depuis longtemps desséchés sont particulièrement exposées à contracter la maladie (*I*), et comment cette profession, dans laquelle pourtant on n'approche pas des malades, paye aux épidémies un plus lourd tribut que celle d'infirmier.

» C'est, du reste, d'après cet ordre d'idées qu'on a conseillé, comme mesure préventive, de plonger dans l'eau, à défaut d'une solution désinfectante, les linges salis par les cholériques [1]. On pourrait ajouter que dans les locaux affectés aux malades atteints du choléra, il serait utile d'enduire d'huile ou de glycérine les murs et le plancher, afin que ces parois, toujours humides, retiennent les poussières atmosphériques.

» Mais, en dehors de ce mode de transport des germes cholériques, il en est un autre qui semble être plus fréquent encore : c'est l'infection des eaux potables par les déjections des malades.

» La démonstration d'un pareil danger a été surabondamment faite pour la transmission de la fièvre typhoïde; l'examen des documents recueillis sur les épidémies de choléra montre que la contamination des eaux ne joue pas un rôle moins important dans la propagation de cette maladie.

» Cette idée, de la contagion par les eaux, est largement répandue dans le peuple qui la traduit parfois brutalement en disant que les puits ont été empoisonnés; en revanche, elle trouve beaucoup de résistance de la part des médecins. Et pourtant, depuis les anciennes épidémies de l'Inde jusqu'à celles qui ont été observées dans nos plus petits villages, on peut souvent suivre l'action des eaux pour le transport et la propagation du choléra. Cette influence est à chaque instant signalée par les observateurs, mais c'est aux vapeurs de ces eaux, aux brouillards qui en émanent, à l'humidité qu'elles entretiennent dans leur voisinage qu'est attribuée leur fâ-

---

[1] Mais il faut se garder de plonger des linges souillés dans l'eau courante, de peur de polluer une eau qui sera peut-être employée en boisson.

cheuse influence. Presque jamais, dans les observations françaises du moins, on ne tient compte du danger qu'il y a d'introduire dans l'organisme humain les germes du choléra par l'ingestion d'eau contaminée.

» Ce fut presque une nouveauté lorsque, en 1873, le D[r] Blanc, chirurgien-major dans l'armée britannique, exposa au Congrès de l'Association française pour l'avancement des sciences les idées qui ont cours, en Angleterre, sur la transmission du choléra par les eaux prises en boisson, et cita des exemples nombreux où ce mode de transmission est évident.

» En Angleterre, le D[r] Snow avait déjà relaté l'observation mémorable d'un quartier tout entier de Londres dans lequel le choléra avait été introduit, distribué en quelque sorte dans chaque maison avec les eaux potables contaminées à leur source. L'histoire de la pompe de Broad-Street est pour les médecins anglais un enseignement inoubliable et dont le monde entier doit profiter. Rien ne manque à cette observation pour la rendre terriblement instructive.

» Toutefois, comme le rôle des eaux souillées par les déjections cholériques n'est pas encore considéré chez nous comme prédominant dans la propagation des épidémies, j'ai entrepris de rechercher, dans certaines localités frappées par le choléra, quelle pouvait avoir été la part de cette influence.

» Avant d'exposer le résultat de cette enquête limitée, il est bon de rappeler que la transmission du choléra par les eaux rend compte de certains faits inexplicables par le seul transport des germes avec les poussières atmosphériques.

» Le choléra, avons-nous dit, suit fréquemment les cours d'eau et se propage souvent dans le sens du courant (*L*). On n'exigera pas que ce soit là une règle absolue, puisqu'il y a pour la maladie d'autres voies de transmission et qu'entre villages voisins, si les communications par terre sont faciles, il existe entre les habitants une infinité de relations. Il est pourtant difficile d'attribuer au seul hasard ces exemples de séries de villages traversés par un cours d'eau et envahis, à des dates successives, dans le sens même du courant.

» Une statistique de Noirot, pendant l'épidémie de 1854, dans le département de la Côte-d'Or, montre comment, sur le trajet de deux petites rivières, la Tille et la Bèze, qui se jettent dans la Saône, le choléra est apparu dans quatorze villages, à des dates successives, en suivant le cours de l'eau.

» Notons que ce mode d'introduction de la maladie expliquerait peut-

être l'apparition du choléra dans certaines localités qui n'ont eu aucune relation avec les pays contaminés. Cette influence des eaux implique nécessairement que les habitants des villages infectés en aient fait usage pour leur boisson.

» Quant à la contamination du ruisseau lui-même, elle s'explique aisément par la vicieuse habitude qu'ont les gens de la campagne de répandre au hasard les déjections cholériques. Entraînées par les pluies, ces matières souilleront nécessairement les cours d'eau, les fontaines et les puits peu profonds. L'influence mystérieuse des orages sur l'apparition des épidémies ou sur l'accroissement de la mortalité n'a plus rien qui étonne (M) et le court délai de vingt-quatre heures, après lequel apparaissent ordinairement ces cas nouveaux, est en parfaite coïncidence avec ce que l'on sait de la courte durée de l'incubation cholérique (F).

» La production de foyers épidémiques localisés dans certaines rues ou dans certaines maisons (O) semble être la conséquence nécessaire de la contamination des eaux potables. Autour d'un puits malsain, au bord d'une rivière souillée, le groupe d'habitants qui s'y approvisionne d'eau est exposé à la contagion. Et ce ne sont pas seulement les habitants ordinaires de ces maisons qui boivent de cette eau, mais l'étranger, l'ami qui vient s'établir au chevet des malades et leur donner des soins boit et mange chez eux et subit également l'influence des eaux souillées.

» Lorsque, terrifiés par l'intensité du fléau, les habitants de ces quartiers décimés émigrent ailleurs, quelques-uns, déjà en puissance de maladie, auront peut-être le choléra; mais l'entourage de ces malades, soustrait à l'action des eaux contaminées, ne présente plus de nouvelles victimes.

» L'immunité de certaines villes, alimentées par des eaux de source ou par des torrents rapides, s'explique par la pureté même de ces eaux. Et si la ville de Versailles a pu être présentée comme faisant exception à cette règle, une Note récente du Dr Rabot a réhabilité les eaux qu'on y emploie pour l'alimentation publique.

» Enfin la marche de l'épidémie dans les prisons, les couvents, les établissements d'instruction, les asiles d'aliénés, montre que ces établissements, généralement fermés aux causes de transmission de l'épidémie par les personnes venant du dehors, sont très souvent indemnes. Mais, si une rivière qui les traverse ou si une canalisation leur apporte de l'eau souillée pour les usages alimentaires, tous les habitants de ces maisons sont soumis à l'influence nocive, et le choléra fait parmi eux de grands ravages (P).

» Enfin, la pollution des eaux croissant avec le nombre même des diar-

rhées cholériques, et, d'autre part, la répétition quotidienne de l'intoxication ne sauraient-elles expliquer la gravité croissante des troubles digestifs qui s'observent sur la population entière d'un pays (*A*) avant l'explosion du choléra confirmé?

» Ces constitutions médicales à gravité progressive ne seraient-elles pas l'expression d'une augmentation graduelle dans la proportion des éléments contagieux contenus dans les eaux potables?

» Qu'on me pardonne de passer rapidement sur ces questions multiples et de traiter légèrement en apparence des doctrines qui ont eu le privilège de passionner beaucoup de membres de cette Assemblée. Mais j'ai hâte d'en finir avec les hypothèses et me trouverai plus à l'aise quand j'aurai à discuter des documents précis.

» Comme c'est particulièrement en Angleterre que s'est formulée d'abord cette opinion, que le choléra se propage par les eaux potables [1], il m'a paru nécessaire de rappeler la mémorable observation sur laquelle s'appuie cette doctrine.

» L'histoire de cette épidémie de Broad-Street est doublement instructive : non seulement elle montre que c'est bien par les eaux potables que le choléra s'est propagé dans ce quartier de Londres, mais elle apprend pourquoi nos statistiques françaises ne laissent pas voir cette influence dans les épidémies qu'elles relatent.

» Voici dans quelles conditions le mode de transmission dans Broad-Street s'est révélé :

» Une statistique de la mortalité dans les différentes maisons avait été dressée; le Dr Snow s'en servit pour marquer sur un plan de Londres, au moyen de lignes noires, les maisons atteintes par la maladie. Il résulta de ce travail, pour le quartier de Broad-Street, une tache irrégulière poussant des prolongements en divers sens et dans laquelle se voyaient des enclaves respectées par le fléau. On chercha quelque temps à quoi correspondait cette figure bizarre et l'on découvrit que cette forme était exactement superposable à celle qu'affectait toute la canalisation d'une certaine pompe qui puisait dans la Tamise une eau suspecte de souillure. Quant aux maisons que le choléra n'avait pas atteintes, elles étaient alimentées

---

(1) MM. Noël et Henri Gueneau de Mussy, membres de l'Académie de Médecine, ont tous deux insisté sur le rôle des eaux de boisson contaminées dans la transmission des épidémies : le premier a signalé ce danger à propos du choléra lui-même; le second, plus spécialement, en ce qui regarde la fièvre typhoïde.

d'eau par une canalisation. On a cité plus tard des exemples de passants atteints du choléra pour avoir bu dans Broad-Street de l'eau prise à la pompe malsaine; une femme frappée du choléra dans un autre quartier de Londres pour s'être fait envoyer de l'eau de la pompe de Broad-Street.

» Laissant de côté ces observations isolées, venues après coup et par conséquent suspectes, pour n'envisager que le document topographique et statistique, on peut dire qu'il constitue, à lui seul, la plus éclatante des démonstrations.

» Non seulement il montre que les habitants qui buvaient une certaine eau étaient atteints de choléra, mais aussi il donne, à chaque instant, la contre-épreuve, en montrant que des voisins qui ne buvaient pas de cette eau restaient indemnes.

» Cette statistique prouve même que dans l'épidémie dont elle retrace l'histoire, la contamination par l'eau était le mode dominant, le mode presque exclusif de transmission. En effet, les relations d'affaires, les échanges de visites, les soins donnés aux malades ont dû exister, dans les environs de Broad-Street comme partout ailleurs, entre voisins d'un même quartier, et pourtant ils ne paraissent pas avoir produit de contagion, car ils n'ont pas altéré sensiblement cette division si bien tranchée, de ceux qui, buvant l'eau contaminée, prenaient le choléra, et de ceux qui, buvant d'autre eau, échappaient à la maladie.

» Mais, pour que cette relation si frappante ait apparu, il a fallu, pour désigner les localités envahies par le fléau, donner à la statistique cette forme lumineuse que possèdent seuls les plans topographiques teintés.

» Sans le secours de ces plans, on eût constaté peut-être, dans le quartier de Broad-Street, l'existence de ces foyers que nous désignons en France sous le nom d'épidémies de rue ou de maison, mais la vraie cause de la propagation de la maladie eût certainement échappé.

» J'espérais trouver dans la grande quantité de documents adressés à l'Académie quelque chose d'analogue à la carte du Dr Snow, mais je fus déçu dans mon attente. Dans ces papiers mélangés et décomplétés, à peine rencontre-t-on quelques plans de villes ou de départements où a sévi le choléra; mais alors il n'y a pas d'indication des lieux précis où se sont produits les décès, pas de mention de la nature des eaux que l'on buvait dans ces localités.

» Après tout, il est facile de comprendre que l'attention des médecins n'ait pas été attirée sur ce mode de propagation du choléra avant que le hasard en ait révélé l'existence.

» Je trouvai toutefois, dans un ancien document sur l'épidémie de choléra en 1832 à Lille, un Rapport fait par M. Brissez, officier de santé, sur la répartition de la mortalité dans l'arrondissemeut nord-est de la ville. Sur un vieux plan de ce quartier, je pointai de mon mieux les endroits où des décès avaient été observés et j'obtins une carte où l'on voit que la plupart des décès se produisirent dans le voisinage des égouts.

» Il existait dans la ville de Lille en 1832 plusieurs égouts à faible pente, quelques-uns sans écoulement, tous à parois non étanches. Ces égouts circulaient dans la ville, tantôt à ciel ouvert, tantôt sous tunnel.

» L'un d'eux, nommé le Bequerel, était particulièrement fétide. Or, si l'on prend la note des décès cholériques observés à Lille dans l'arrondissement nord-est, on est frappé de ce fait signalé par l'auteur du Rapport, que « sur 132 cas de choléra observés dans cet arrondissement, 122 se sont produits sur le trajet des égouts, soit 106 auprès du Bequerel et 17 auprès du canal de Paris; que les décès, au nombre de 68, ont tous eu lieu, sauf 4, près des canaux susdits ».

» Est-ce aux émanations de ces canaux infects qu'il faut attribuer la mortalité si forte dans leur voisinage? Est-ce aux infiltrations de leur contenu dans les puits riverains? C'est la question qui restait à résoudre; j'avoue que j'inclinais fort vers la dernière supposition, mais les preuves étaient insuffisantes.

» Il fallait d'abord savoir quelles eaux servaient à l'alimentation publique dans ce quartier de la ville. Grâce à l'obligeance du Dr Arnould, j'obtins les renseignements suivants :

« Quand on bâtit une maison à Lille, on creuse ordinairement deux trous: » l'un sera la fosse d'aisances et l'autre le puits. Une nappe d'eau superficielle alimente le puits; elle est exposée à toutes les infiltrations susceptibles de la souiller. » Or on vient de voir que, les égouts ci-dessus mentionnés n'étant pas étanches, l'eau des puits situés dans le voisinage a donc été exposée aux contaminations par les matières cholériques.

» Pour avoir un exemple plus concluant, il faudrait réunir les conditions que le hasard avait rassemblées dans l'observation de Broad-Street; trouver des renseignements complets sur l'épidémie dans une ville où les divers quartiers fussent alimentés en eaux potables par des canalisations de pro-

venances différentes. On verrait alors si, à ces différences dans la nature des eaux, correspondrait quelque inégalité dans l'intensité de l'épidémie.

» La ville de Paris est pourvue depuis longtemps d'une telle canalisation. D'autre part, dans les documents que possède l'Académie, il se trouve une statistique de tous les décès produits dans chacune des rues de Paris pendant l'épidémie de 1849. Cette liste indique même le nombre des décès correspondant aux numéros pairs et aux numéros impairs. J'entrepris de pointer sur un plan de la ville tous ces décès dont la situation était spécifiée, et de rechercher ensuite quelle était la nature de l'eau distribuée dans chaque quartier.

» Sur un plan de Paris correspondant à l'année 1849, je pointai avec de l'encre à transport chacun des décès au côté de la rue où il s'était produit. Il arriva que pour certaines rues la mortalité avait été si forte, qu'on ne pouvait y représenter le nombre des décès par un nombre égal de traits distincts. Je recroisais alors les premiers traits par un autre plus large, marquant ainsi que la mortalité avait atteint un chiffre inexprimable par le pointage sur un plan à échelle réduite. Pour les rues qui ne sont pas ainsi notées comme ayant eu une mortalité excessive, le nombre de traits correspondait exactement à celui des décès observés.

» En transportant ensuite sur des feuilles blanches les indications tracées sur le plan de la ville, j'obtins plusieurs exemplaires d'un plan dans lequel les rues sont dessinées par le nombre des décès qui s'y sont produits. La plupart des grandes artères de la rive droite y sont nettement marquées, avec les rues qui en émanent. Plusieurs quartiers de la rive gauche y sont aussi complètement détaillés. Des espaces blancs s'observent sur ce plan; ils correspondent aux places, aux jardins publics et au cours de la Seine. Enfin, sur certains points de la rive gauche, la mortalité cholérique ne se traduisait que par quelques taches disséminées et assez rares.

» Il fallait déterminer la nature des eaux qui alimentent ces différents quartiers. Je crus un moment que cela me serait impossible; mais, grâce à l'extrême obligeance de M. Mourot, ancien secrétaire de Belgrand, j'obtins cette précieuse indication. Il restait dans les bureaux de la Ville de Paris un exemplaire unique de la canalisation des eaux de Paris en 1850, c'est-à-dire pour l'année qui suivit immédiatement l'épidémie que j'étudiais. Un calque de cette canalisation me fut envoyé; je le réduisis à l'échelle convenable et le superposai à la topographie des décès. Or il se trouve que la tache pâle observée sur la rive gauche correspond exactement aux quartiers alimentés par le puits de Grenelle et par la source

d'Arcueil. Cette dernière source dut être mise hors de cause, car elle n'alimentait que des fontaines publiques; mais l'eau du puits de Grenelle, provenant d'une nappe profonde à l'abri de toute souillure, expliquait bien l'immunité relative des quartiers qu'elle alimentait.

» Restait à savoir si l'Ourcq et la Seine, qui fournissaient d'eau potable les autres quartiers de la ville, étaient susceptibles de souillure par les déjections humaines. Les remarquables Rapports faits par le Préfet de la Seine et par Dumas sur les eaux de Paris sont, à cet égard, pleins d'euphémismes : l'un constate que cette eau n'est pas d'une pureté irréprochable, l'autre qu'elle est indigne d'une ville telle que Paris.

» Or il suffit de voir ce qui se passe sous nos yeux pour constater qu'en 1849 la Seine recevait de divers côtés les déjections humaines : d'abord celles de l'Hôtel-Dieu, puis tous les égouts de la Cité et de l'île Saint-Louis, qui ne peuvent se relier au réseau urbain, puis les nombreux égouts qui s'ouvrent dans la Seine sur toute la traversée de Paris, enfin l'eau des lavoirs publics amarrés sur la rivière. Or ce n'est pas seulement en amont de la ville que se puisaient les eaux destinées à l'alimentation publique. Eh bien, la Seine est relativement pure en comparaison de l'Ourcq dont l'eau, mélangée en diverses proportions avec celle de la Seine, est distribuée dans Paris.

» D'après les renseignements qui m'ont été obligeamment fournis dans les bureaux de la Ville, et dont l'exactitude est confirmée par les ouvrages de Belgrand, l'Ourcq, avant d'entrer à Paris, reçoit les immondices de la Ferté-Milon; il est ensuite canalisé et porte un grand nombre de bateaux (flûtes d'eau) qui se rendent au bassin de la Villette ou en viennent. La navigation a une telle activité sur ce canal et ce bassin, que le port de la Villette vient en troisième ordre parmi les ports de commerce français, immédiatement après ceux de Marseille et du Havre. Cette population de mariniers souille le canal de l'Ourcq et le bassin ([1]); or c'est cette eau qui alimentait, en 1849, et alimente encore la plupart des quartiers de Paris, son niveau très élevé lui permettant d'atteindre, par sa seule pente, à certains quartiers où l'eau de Seine ne peut être élevée que par des machines.

([1]) Depuis 1849 on a déplacé la prise d'eau qui était en aval du bassin de la Villette et on l'a reportée en amont; de sorte que l'eau potable prise actuellement dans le canal de l'Ourcq peut être considérée comme un peu moins chargée de matières fécales que celle qu'on empruntait au bassin.

» Ainsi, malgré les conditions défavorables que présente une étude sur la propagation d'une épidémie dans les grands centres de population, la comparaison de la mortalité dans Paris avec la nature des eaux qui y étaient distribuées montre que le choléra a été bien moins violent dans les quartiers alimentés par une nappe d'eau souterraine que dans ceux qui buvaient de l'eau de rivière.

» Les Rapports reçus par l'Académie ne contenant plus d'indications topographiques utilisables pour la continuation de mon étude, je résolus d'y suppléer en cherchant comment la mortalité s'est répartie dans un pays dont la topographie m'est familière, et j'ai eu la bonne fortune de trouver, relativement à ma ville natale, des renseignements statistiques assez complets; même un petit plan de la ville de Beaune était joint au rapport sur la marche que le choléra y a suivie en 1849.

» Il résulte des statistiques recueillies dans l'arrondissement de Beaune que cette ville est un remarquable exemple de propagation du choléra par l'eau de la petite rivière qui la traverse. Cette rivière, qui coule de l'ouest à l'est, traverse en tunnel le milieu de la ville en amont de laquelle, par une coutume aujourd'hui réprimée, elle recevait les déjections d'un grand nombre de maisons. Des puits nombreux communiquent avec cette petite rivière dont les eaux, fort limpides, ne se troublent même pas sensiblement par l'apport des ruisseaux qui circulent dans les rues. Plus bas encore, la rivière passe sous l'hôpital, dont le puits est ouvert dans la rivière elle-même. Au delà, ce cours d'eau reçoit les immondices de l'hôpital et sort de la ville en traversant un faubourg dont tous les puits reçoivent plus ou moins directement ses eaux.

» Or, dans l'épidémie de 1849, Beaune a offert une mortalité générale d'environ *un pour cent* seulement de ses habitants; le choléra y revêtit un caractère très grave, car les trois quarts des malades y succombèrent avec la forme algide et cyanique. L'Hôtel-Dieu, dont la situation vient d'être décrite, perdit 15 pour 100 de sa population flottante et sédentaire. Quant à la mortalité dans la ville, elle sévit d'une manière si inégale dans les différents quartiers, que le Dr Voillot, auteur du Rapport, estime qu'elle a été *cinq fois et demie* plus forte dans le quartier qui avoisine la rivière que dans les autres parties de la ville.

» Mais ce n'est pas tout; suivons ce même cours d'eau : à 5^{km} de Beaune, il traverse un village nommé Combertaux; population, 210 habitants. Quand l'épidémie sévissait le plus fortement à Beaune, Comberteaux fut atteint à son tour; il y mourut dix-neuf personnes, soit 9 pour 100 de

la population. Or le rapport signale que les crues de la rivière envahissent souvent les rues de ce village, entraînent les fumiers et souillent les puits. Enfin, tout autour de Beaune se trouvent un grand nombre de villages; le choléra n'y fit vraisemblablement que bien peu de victimes, car il n'en est pas fait mention dans la statistique de l'arrondissement.

» Ainsi, pour le seul point de la France où il m'ait été possible de suppléer par mes souvenirs aux indications topographiques absentes, je trouve que le cours d'une petite rivière, dont les eaux étaient souillées par les riverains et employées par eux aux usages domestiques, a propagé la maladie avec une intensité et une gravité extrêmes.

» Je me souvenais aussi qu'aux environs de Beaune, Meursault avait été fortement éprouvé par l'épidémie de 1849, et je savais que ce village est situé sur un cours d'eau qui traverse, en amont, plusieurs autres localités. Je me rendis donc à Meursault, pour essayer d'y retrouver les traces de l'épidémie. Le secrétaire de la mairie possédait la liste des 103 décès qui se sont produits dans l'épidémie de 1849; il me donna communication de cette liste sur laquelle sont indiqués nominativement tous ceux qui succombèrent; leurs noms sont classés dans l'ordre de succession des décès. Un calque du plan cadrastral me fournit la topographie du village et la position du cours d'eau. Enfin, on fit appel à deux anciens habitants du pays, qui se chargèrent d'indiquer sur le plan la maison habitée par chacun des décédés. Grâce à l'heureuse mémoire de ces deux hommes, presque tous les décès purent être pointés sur la carte du village.

» Il résulte de cette enquête rétrospective que le village de Meursault, dont la population était de 2259 habitants, eut une mortalité de 103 individus, soit 4,55 pour 100 de la population; que, dans ce pays, les puits étaient rares et que beaucoup d'habitants puisaient l'eau dans la rivière pour les usages domestiques; que, notamment, toute la région qui occupe les parties nord-ouest du plan et où la mortalité a été grande s'approvisionnait d'eau à la rivière, parce que les maisons étaient trop éloignées du puits de l'*Orne*, le seul qui existât dans cette partie du village; que les alentours de certains puits ont été préservés de l'épidémie; que la maison la plus fortement atteinte (elle a présenté sept décès de choléra) était sur la rivière même, et que l'unique maison qui l'avoisinait, et qui était comme elle sur la rivière, eut deux morts par le choléra; que dans plusieurs puits du village l'eau était mauvaise (puits *punais*, suivant l'expression du pays). Enfin, l'opinion que la souillure des eaux potables n'était pas étrangère à la propagation du choléra était assez répandue dans le pays pour que le

maire ait saisi avec empressement la première occasion de doter son village d'eau de source. Aujourd'hui, une canalisation spéciale amène dans le village des eaux captées dans la montagne et distribuées par un grand nombre de bornes-fontaines. Cette nouvelle distribution des eaux date de 1863.

» Un autre village du même département, où je passe ordinairement quelques jours en automne, l'Abergement-les-Seurre, me fournit l'occasion d'une recherche analogue. Ici, plus de cours d'eau important, mais des puits à fleur de terre; l'eau est retenue par un banc d'argile qui s'étend partout sous une mince couche végétale. Dans ce pays, le fumier est presque toujours contigu au puits où l'on prend l'eau, et ce fumier est l'unique réceptacle des immondices de la maison. Cette coutume, si fréquente dans un grand nombre de villages, implique la possibilité de la contamination des eaux. L'épidémie, à l'Abergement-les-Seurre, procéda par groupes de maisons disposées autour d'un puits commun, mais il ne me fut pas possible de suivre dans le passé les conditions dans lesquelles purent se former ces foyers épidémiques.

» Dans les différentes observations que je viens de rapporter, on trouve des formes variées de contamination des eaux potables, et, en correspondance avec ces formes, des foyers épidémiques de caractères différents : vastes surfaces jonchées de morts quand une canalisation y distribue des eaux souillées par les déjections cholériques; enclaves de faible mortalité pour les quartiers alimentés d'eau pure; épidémies de rues le long d'égouts dont le contenu infecté s'infiltre dans les eaux potables; groupes de maisons atteintes autour d'un puits contaminé, ou le long d'un cours d'eau dont on peut suivre l'influence dangereuse tout le long de son parcours.

» Dans ces observations, qui ne portent pas sur des localités choisies, mais sur celles que le hasard m'a présentées, la transmission du choléra par les eaux souillées ne se montre-t-elle pas avec une évidence suffisante, et ne voit-on pas que ce mode de transmission prédomine sur tous les autres, puisqu'il règle, presque à lui seul, la place où se développeront les foyers épidémiques?

» Et si l'on considère que ces observations ont été recueillies dans des conditions mauvaises, avec des documents incomplets, souvent d'après des souvenirs, ne doit-on pas espérer que les recherches futures, dirigées sur des points soigneusement spécifiés, seront bien plus fructueuses?

» En attendant les lumières qui nous viendront certainement de ce côté,

J'ai saisi une occasion favorable pour me renseigner sur l'invasion récente du choléra en Italie.

» M. Stassano, délégué par le gouvernement italien pour étudier le choléra sur la côte ligurienne, vient de m'adresser les renseignements suivants recueillis à la Spezzia et à Gênes :

« A la Spezzia, le choléra fut importé par un navire de la marine italienne, la *Città di Genova*, qui rapatriait des ouvriers italiens fuyant Marseille. Une femme qui lavait le linge des passagers de ce bateau fut prise du choléra et mourut en quelques heures. Ce décès fut suivi de plusieurs autres portant également sur des blanchisseuses; on les tint secrets pour ne pas alarmer la population ; mais, deux jours après une pluie torrentielle, quelques cas de choléra apparurent dans la ville. La nuit suivante, une vingtaine de décès se produisirent en quelques heures; une partie de la population émigra, et, pendant trois ou quatre jours, l'épidémie sembla s'atténuer. Au bout de ce temps, un retour de la pluie produisit une recrudescence nouvelle du fléau : 40 décès furent comptés en un jour, sur une population fortement diminuée par l'émigration. Depuis lors, chaque retour de la pluie amena une recrudescence du choléra; mais ces retours de la maladie devinrent de moins en moins intenses et les derniers furent très peu sensibles. Aujourd'hui, le choléra semble avoir disparu de la ville. »

» Quant aux renseignements complémentaires que je désirais le plus connaître, la répartition topographique des morts dans la ville et le régime des eaux qui alimentent les divers quartiers, ils n'ont pu m'etre fournis. Je sais seulement que la Spezzia possède une canalisation d'eaux pures et que, d'autre part, des cours d'eau la traversent, cours d'eau qui reçoivent les produits de quelques fosses d'aisances et dans lesquels on lave le linge en certains endroits. L'avenir complétera sans doute ces renseignements, bien insuffisants encore malgré les détails importants qu'ils renferment.

» La description que je reçois de l'invasion du choléra à Gênes est fort courte, mais beaucoup plus probante relativement à l'influence des eaux.

« Une semaine avant d'apparaître à Gênes, le choléra régnait dans les environs, et en particulier à Bussola, petit village situé sur une rivière, la *Scrivia*. C'est là que les femmes de Bussola viennent laver leur linge. Or, en cet endroit même, existe une dérivation de la Scrivia qu'on nomme le conduit Nicolaï; cette canalisation est destinée à fournir de l'eau potable à la ville de Gênes. Le choléra fit dans la ville un assez grand nombre de victimes, et, au bout de quelques jours, l'alarme était déjà grande, lorsqu'on ferma le canal Nicolaï; dès lors, il se produisit une amélioration sensible, et l'on s'attend à voir très prochainement l'épidémie disparaître de Gênes. »

» Je répéterai donc, en terminant : En attendant que les documents to-

pographiques sur le mode de propagation du choléra puissent être recueillis dans des conditions favorables, on a le droit, dès maintenant, d'affirmer que, parmi les influences multiples qui peuvent transmettre la maladie, il en est une qui, par son intensité, domine toutes les autres : c'est la souillure des eaux livrées à l'alimentation publique. Assurer, dans chaque localité, la pureté des eaux potables devra être la première préoccupation des hygiénistes, le premier devoir de l'administration. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation du salpêtre dans les végétaux;* par MM. **Berthelot** et **André.**

« L'azotate de potasse existe dans les plantes, et sa présence est universelle dans le règne végétal. Nous avons établi ce résultat par de nombreuses expériences : nous avons déterminé le salpêtre au sein des plantes qui en renferment le plus, telles que la Bourrache et les Amarantacées; nous l'avons suivi dans les diverses parties de ces plantes et nous avons observé qu'il est surtout concentré dans la tige, tant comme proportion relative que comme poids absolu; puis vient la racine. Les radicelles, les fleurs, les feuilles surtout, sont les organes qui en renferment le moins; ces dernières, parce que les actions chimiques réductrices développées par les parties vertes tendent à y détruire les azotates. En dosant le salpêtre pendant les différentes périodes de la végétation, nous avons reconnu qu'il se manifeste de plus en plus abondamment à partir de la germination jusqu'à l'époque qui précède la floraison, laquelle répond à son maximum relatif. Il diminue ensuite, au moins quant à sa proportion centésimale, pendant que le végétal produit ses fleurs et ses fruits; pour reparaître plus abondant lorsque la fonction de reproduction commence à épuiser ses effets. Mais alors la marcescence et la mort du végétal ne tardent pas à arrêter le développement du salpêtre. Il ne remonte pas d'ailleurs jusqu'à la proportion relative qu'il avait atteinte d'abord, bien que son poids absolu puisse être plus considérable à la fin, à cause de l'accroissement général du poids du végétal.

» Cet affaiblissement de la quantité du salpêtre pendant la période de reproduction est dû à ce que l'azote qu'il renfermait d'abord est employé à former les principes protéiques de la fleur et de la graine, concurremment avec l'azote emprunté aux matières nitrogénées du sol et à l'ammoniaque atmosphérique. La formation même de l'azotate dans la plante n'est pas nécessairement suspendue par là; mais le sel qu'elle produit est con-

sommé à mesure, en proportion plus grande qu'il ne peut être régénéré.

» Non seulement la reproduction de la plante diminue la proportion des azotates, mais une nutrition trop active, susceptible d'exagérer la formation des parties vertes, donne lieu aux mêmes effets, la formation des feuilles et autres parties vertes, étant corrélative des phénomènes de réduction qui amènent l'azote des azotates à faire partie des principes protéiques. C'est ce que montrent spécialement nos expériences sur les plantes privées d'inflorescence, au sein desquelles les azotates disparaissent d'une façon presque complète.

» On voit par là quelle corrélation le salpêtre présente avec les fonctions fondamentales : nutrition et développement des organes, et reproduction de la plante. Il en résulte une corrélation analogue entre la présence du salpêtre et les grands phénomènes chimiques caractéristiques de la vie végétale, les azotates augmentant avec les oxydations qui se développent dans la tige, lieu où s'opère en grande partie l'absorption de l'oxygène de l'air; tandis qu'ils diminuent avec les réductions accomplies dans les feuilles sous l'influence de la fonction chlorophyllienne. Cet antagonisme entre les actions chimiques effectuées sous l'influence de la lumière et la formation même des azotates est conforme à ce que l'on sait de la génération du salpêtre dans le sol et du mode de fonctionnement des ferments nitriques de MM. Müntz et Schlœsing.

» Il ne nous reste plus qu'à examiner l'origine du salpêtre dans les végétaux, c'est-à-dire à rechercher si l'azotate de potasse provient directement des engrais fournis au sol, ou bien du sol lui-même, en tant que générateur de salpêtre, ou bien de l'acide azotique apporté par l'atmosphère; ou bien encore s'il est formé dans la plante elle-même. Ces questions sont difficiles à résoudre pour les plantes qui renferment seulement quelques millièmes de salpêtre, comme il arrive le plus souvent; mais on peut les aborder à l'aide des analyses exécutées sur les plantes riches en salpêtre.

» Définissons d'abord la proportion totale d'azotate fournie par la culture d'un végétal sur une étendue donnée de terre. D'après nos dosages, exécutés chacun sur des surfaces de 25^{mq},

	Salpêtre.
	kg
La Bourrache semée sur un hectare de terrain a fourni..	120
L'*Amarantus bicolor*	128
L'*Amarantus caudatus*	140
L'*Amarantus pyramidalis* (160 pieds par are)..........	163
L'*Amarantus giganteus* (160 pieds par are)..........	320

» Ces proportions de salpêtre ont été établies par les dosages de bioxyde d'azote. Par l'évaporation directe des extraits aqueux, d'abord à feu nu, puis spontanément, sans précautions spéciales, on peut en faire cristalliser près de la moitié. Le surplus exigerait, pour être isolé, l'emploi des méthodes de dialyse.

» Le potassium contenu dans le salpêtre des plantes vient nécessairement du sol. L'analyse le confirme d'ailleurs; car 1^{kg} de la terre prise avant la végétation renfermait $6^{gr},4$ de ce métal; après la végétation et au voisinage immédiat de la plante, $4^{gr},7$.

» L'azote du salpêtre vient aussi du sol, en totalité ou en majeure partie : car 1^{kg} de terre renfermait avant $2^{gr},75$ d'azote, et après $1^{gr},73$. La terre avait donc cédé de l'azote à la plante.

» L'atmosphère peut d'ailleurs en apporter quelque dose sous forme d'ammoniaque, d'acide azotique; peut-être aussi d'azote libre, question que nous réservons pour le moment. L'azote est susceptible d'être emprunté au sol et à l'atmosphère sous plusieurs formes : sous forme d'azotate ou d'acide azotique en nature, sous forme de sels ammoniacaux, sous forme de principes azotés complexes. Nous allons discuter ces trois origines.

» 1° L'azote peut être introduit en nature par les engrais. Tel est le cas de la culture de la betterave. Mais MM. Corenwinder et Ladureau ont établi que cette plante renfermait parfois une dose d'azotate supérieure à celle de l'azotate de soude employé comme engrais.

» Dans le cas de nos cultures de Bourrache et d'Amarante, aucune dose d'azotate n'a été ajoutée aux fumiers que nous avons répandus sur la terre, et celle des azotates contenus dans les fumiers mêmes était négligeable. Nous écarterons donc cette première origine.

» 2° L'azotate peut exister dans le sol. Ce sel se trouve, en effet, dans tous les sols arables. Pour en définir la répartition, le 25 septembre, après une série de jours secs, nous avons arraché un pied d'amarante pyramidal (renfermant $6^{gr},65$ de salpêtre) et nous avons creusé autour de son point d'implantation un trou carré de $0^{m},25$ de côté, ce qui fait 625^{cq} de surface. Nous avons séparé les couches successivement extraites du sol et nous avons dosé les azotates dans chacune d'elles.

» Voici les données de cette expérience :

	Profondeur.	Poids de la terre humide.	Poids de la terre sèche.	Azotate.
	m	kg	kg	gr
Première couche......	0,05	5,650	5,085	0,0743
Deuxième couche.....	0,10	8,900	7,912	0,0879
Troisième couche.....	0,175	17,000	15,262	0,1753
	0,325	31,550	28,259	0,3375

» Les racines de la plante ne vont pas au delà. Cependant nous avons continué l'analyse.

Quatrième couche....	$0^m,175$	$16^{kg},200$	$14^{kg},965$	$0^{gr},1797$

» La quatrième couche renfermait des pierres pesant 12^{kg} et contenait azotates, 0,0057.

Cinquième couche, d'une épaisseur mal définie, environ $0^m,10$...........	$7^{kg},100$	$6^{kg},737$	$0^{gr},1560$
On en a tiré des pierres pesant........	$4^{gr},2$	»	

» On n'a pu s'enfoncer davantage, à cause de la nature du sol (argile à meulières, renfermant de la caillasse en abondance). La proportion entre l'azotate et l'eau contenus dans le sol est la suivante : première couche, 565^{gr} d'eau pour 0,074 d'azotate; les trois couches supérieures, $3^{kg},3$ d'eau pour 0,337 d'azotate. On voit que la solution aqueuse d'azotate contenue dans le sol est extrêmement diluée.

» Si l'on se borne aux couches traversées par les racines, la dose des azotates, soit $0^{gr},3375$, est vingt fois moindre que dans le pied d'Amarante qui avait poussé au centre, soit $6^{gr},65$.

» La répartition des azotates dans ces diverses couches diminue à peine avec la profondeur; car, pour une même épaisseur moyenne de $0^m,05$, on aurait dans les quatre premières :

	gr
Première couche....................	0,074
Deuxième couche....................	0,044
Troisième couche....................	0,050
Quatrième couche....................	0,051

» Cependant les couches tout à fait superficielles sont plus riches; 1^{kg} d'une telle terre sèche contenait $0^{gr},040$; au lieu de 0,015 renfermés dans la première couche; 0,012 dans la totalité.

» D'après ces chiffres, un hectare du terrain précédent, pris jusqu'à la

profondeur de $0^m,325$ à laquelle s'enfoncent les racines, renfermait 54^{kg} d'azotate de potasse; dose qui ne s'élève pas même à la moitié du salpêtre contenu dans la Bourrache, et au sixième de celui de l'Amarante gigantesque. Le sol n'a donc pas pu fournir ces azotates, du moins par son contenu actuel.

» Ajoutons que la dose de l'azotate contenu dans la terre où ont eu lieu ces cultures n'a pas changé sensiblement pendant leur cours. D'après l'analyse faite sur 1^{kg} de terre prise en un même point du sol : jusqu'à la profondeur de $0^m,33$, un hectare contenait avant culture, 81^{kg} d'azotate de potasse, et après culture, 80^{kg}.

» La végétation ne l'avait donc pas appauvri, soit que l'azotate de la plante n'ait pas été emprunté au sol, soit qu'il y ait été régénéré à mesure.

» 3° Examinons maintenant les apports de l'atmosphère en acide azotique. D'après les analyses de l'Observatoire de Montsouris, exécutées dans un milieu voisin du nôtre, l'azote nitrique fourni pendant la saison de 1883, à laquelle se rapportent les expériences précédentes, s'élevait à 610^{gr} par hectare; ce qui équivaut à $4^{kg},40$ d'azotate de potasse, dose qui surpasse à peine le vingtième de celle contenue dans le sol et le trentième de celle qui renferme la Bourrache. On voit combien est faible l'influence relative de cet ordre d'apports atmosphériques.

» Il résulte de ces faits que l'azotate de potasse contenu dans la Bourrache et dans les Amarantes ne préexistait ni dans les engrais, ni dans le sol, ni dans l'atmosphère. Nous sommes loin de prétendre qu'aucune portion ne soit tirée du sol; cependant on peut observer à cet égard que l'eau qui imprègne le sol ne contient guère que un dix-millième de son poids de salpêtre, tandis que dans nos plantes riches en salpêtre, la proportion s'élève à plusieurs millièmes et elle peut-même atteindre jusqu'à un et demi centième. Les phénomènes de dialyse, tels qu'ils sont connus, ne sauraient expliquer une telle différence, le passage d'un sel d'une solution aqueuse concentrée à l'eau pure ayant en général pour effet de former deux liqueurs, toutes deux d'un titre inférieur à la première. La richesse de la sève en azotate dans la tige et même dans la racine des plantes riches, organes où aucune évaporation sensible n'a eu encore lieu, surpasse extrêmement celle des liquides du sol. Elle ne saurait dès lors s'expliquer autrement que par une formation sur place dans le sein du végétal. Observons encore que la proportion de ce sel, tant absolue que relative, va croissante des radicelles à la racine, puis à la tige : ce qui s'accorde avec cette opinion que la tige est le siège principal de sa formation. La racine

y concourt probablement aussi, en raison de l'analogie de sa structure et de ses fonctions, quoique en moindre proportion : c'est ce que montrent à la fois et la dose moindre de l'azotate dans la racine et la concentration plus grande de ce sel dans les liquides de la tige : sa proportion comparée à celle de l'eau y atteint en effet, pendant une certaine période et dans certaines plantes, une dose presque double de ce qu'elle est dans la racine, et cela malgré la faiblesse des changements de concentration que l'évaporation a pu produire dans cet intervalle.

» Ainsi nous sommes conduits à admettre que le salpêtre est formé dans le végétal, au moins dans les plantes riches. Sa présence universelle dans les végétaux est due probablement à l'exercice plus ou moins actif de la même fonction. Nous pensons qu'elle est due au jeu de certaines cellules, agissant dans l'intérieur de la plante à la façon du ferment nitrique qui produit le salpêtre dans le sol, d'après MM. Schlœsing et Müntz. Nous y reviendrons à ce point de vue.

» Un tel rapprochement existe souvent dans l'histoire des fermentations. C'est ainsi que la fermentation alcoolique, développée en général sous l'influence de la levure, peut avoir lieu, quoique d'une façon moins régulière, sans son concours, comme l'a prouvé M. Berthelot [1]; ce qui arrive sans doute sous l'influence de certains autres mycodermes; elle a lieu également ainsi dans les cellules vivantes des fruits, d'après MM. Lechartier et Bellamy. Les expériences inédites et demeurées malheureusement incomplètes de Claude Bernard avaient pour point de départ l'étude de ce même mode d'action. Ajoutons que la formation des nitrates dans les plantes semble résulter de l'exercice spécial d'une fonction plus générale des cellules, celle qui donne lieu aux oxydations, c'est-à-dire celle même qui produit l'acide carbonique, les carbonates, les acides oxalique, tartrique, malique, citrique, et autres acides suroxygénés. Cette étude fait donc partie d'un sujet plus étendu, relatif à la formation des acides végétaux, sujet abordé par l'un de nous, il y a vingt ans, et que nous nous proposons de reprendre et de développer. »

CHIMIE. — *Sur l'oxydation du cuivre.* Note de MM. **Debray** et **Joannis**.

« I. Le cuivre chauffé dans l'air se transforme d'ordinaire en oxyde noir, sans passer par l'état d'oxydule. Cette réaction se produit à toutes les

---

(1) *Chimie fondée sur la synthèse*, t. II; 1860.

températures comprises entre la température où l'oxydation commence [1] et celle à laquelle la tension de dissociation de l'oxyde formé atteint le cinquième environ de la pression de l'atmosphère, c'est-à-dire la pression de l'oxygène contenu dans l'air.

» Au-dessus de cette température, l'oxyde noir formé d'abord se décompose partiellement et, si l'on opère, pour fixer les idées, à la fusion de l'or, il arrive un moment où le mélange d'oxyde noir et d'oxydule fond; la décomposition s'arrête alors quand la tension variable et décroissante de l'oxygène dégagé du mélange fondu atteint cette valeur de $\frac{1}{5}$ d'atmosphère. La composition du mélange dépendra donc de la température de l'expérience. Il est évident que l'oxydation directe du cuivre à ces hautes températures amènerait au même résultat final. On aurait toujours un produit fondu, mélange, à proportions variables avec la température de l'expérience, d'oxydule et d'oxyde noir.

» Inversement, le refroidissement de l'oxyde plus ou moins décomposé dans l'air atmosphérique amènera sa réoxydation si la matière est suffisamment poreuse. Elle est complète quand le mélange est resté solide; mais, quand la matière est fondue et que le refroidissement amène sa solidification, l'absorption de l'oxygène ne se faisant plus que par une couche mince de la surface, on conçoit qu'elle soit très incomplète; le mélange solidifié conserve à peu près la composition moyenne qu'il avait quand la matière était fondue.

» Quand on dose le cuivre à l'état d'oxyde noir CuO, il convient donc de ne pas le porter à une température où il pourrait fondre ou même s'agglomérer; il faut, si l'on veut obtenir après refroidissement un produit exempt d'oxydule, que la matière reste pulvérulente. C'est ordinairement dans ces conditions que se sont placés les divers expérimentateurs qui ont dosé le cuivre à l'état d'oxyde noir; leurs résultats ne sont donc entachés d'aucune erreur venant du fait de la dissociation.

» II. Examinons maintenant le cas tout différent où le cuivre est en grand excès par rapport à l'oxygène, l'expérience classique de la préparation de l'azote au moyen de l'air, par exemple. On sait qu'en faisant passer de l'air à travers une colonne de cuivre en tournures, contenue dans un tube de verre chauffé au rouge sombre, on absorbe tout l'oxygène de l'air, et l'on obtient de l'azote pur si l'on a préalablement dépouillé l'air de son acide carbonique et de sa vapeur d'eau. Mais quel est le produit de l'oxy-

(1) Elle commence au-dessous de 350° pour la tournure de cuivre.

dation du cuivre? Ordinairement, quand on fait l'expérience au-dessous du rouge, c'est de l'oxyde noir, indécomposable à cette température, qui se forme à la surface du métal; sa couleur permet de suivre le progrès de l'oxydation de la colonne de cuivre; mais si l'on chauffe plus fortement le tube en verre, de manière à atteindre en son milieu une température où l'oxyde noir est sensiblement dissocié, le cuivre ne noircit plus qu'à l'entrée du tube, dans les parties relativement froides; il passe à l'état d'oxydule dans les points où la température est assez élevée pour amener une décomposition sensible de l'oxyde noir. Un mélange d'oxyde noir et de cuivre métallique ne peut exister en effet, à une température où l'oxyde noir de cuivre commence à se dissocier, parce que l'oxygène qui s'en dégage, en s'unissant au cuivre pour former l'oxydule, s'engage dans une combinaison dont la tension de dissociation est nulle ou tout au moins plus faible que celle de l'oxyde noir. Le cuivre fait l'effet d'une pompe aspirante qui empêcherait l'oxygène dégagé de l'oxyde noir d'acquérir la tension de dissociation, c'est-à-dire la pression nécessaire pour limiter la décomposition de l'oxyde, qui, dans ces conditions, se transformera intégralement en oxydule [1].

» Ainsi donc, dans le tube qui sert à l'extraction de l'azote de l'air atmosphérique, il ne se formera que de l'oxyde noir, si la température est suffisamment basse, comme elle l'est toujours aux extrémités; si l'on chauffe davantage le milieu du tube, il s'y formera de l'oxydule sans que la couleur du cuivre y soit sensiblement modifiée.

» III. Nous avons examiné les deux cas extrêmes de l'oxydation du cuivre; il reste un cas intermédiaire, celui où l'oxygène se trouve en quantité insuffisante pour oxyder à saturation tout le cuivre, mais en quantité suffisante, cependant, pour fournir un mélange d'oxydule et d'oxyde noir. Notre précédente Communication est précisément relative à ce cas particulier, puisque nous y avons étudié la manière dont se comporte sous l'influence de la chaleur l'oxyde noir de cuivre partiellement décomposé. Nous rappellerons donc seulement ici que, dans le cas où les oxydes ne sont pas fondus, on n'obtient jamais un mélange intime des deux oxydes. Après refroidissement lent on trouve l'oxyde rouge et l'oxyde noir nettement séparés, mais l'oxygène qui était en contact avec eux à température élevée a été complètement absorbé dans la période de refroidissement. L'oxydule

---

[1] C'est ainsi qu'on transforme en oxydule un mélange d'oxyde noir et de cuivre métallique à équivalents égaux, que l'on chauffe à l'abri de l'air.

peut donc absorber l'oxygène aussi complètement que le cuivre lui-même [1].

» Pour constater ce fait, il est nécessaire de prendre les précautions suivantes : l'appareil dans lequel on dissocie l'oxyde noir se compose essentiellement d'un tube de porcelaine, réuni à une pompe à mercure munie d'un manomètre ; ces diverses parties sont réunies au moyen d'ajutages en verre et de tubes de plomb, reliés avec un mastic très employé par les chimistes et les physiciens (*mastic de Golaz*). Ce mastic contient un peu d'essence de térébenthine, qui émet à la température ordinaire des vapeurs. Quoique leur tension soit très faible, inappréciable même au manomètre à mercure, elles n'en finissent pas moins par donner, au contact de l'oxyde de cuivre chauffé, une proportion appréciable de vapeur d'eau et d'acide carbonique, quand l'expérience a duré plusieurs heures. Ces fluides restent, après le refroidissement, dans l'appareil et exercent sur le manomètre une action sensible, qui peut faire croire que la réabsorption de l'oxygène par l'oxydule a été incomplète.

» On constate directement, en le recueillant avec la pompe à mercure, que le résidu est absorbable par la potasse et l'on évite la perturbation qu'il apporte au résultat de l'expérience, en intercalant entre la pompe et le tube à dissociation un autre tube contenant de la potasse anhydre [2], qui absorbe totalement l'eau et l'acide carbonique.

» Dans un appareil à dissociation ainsi combiné, l'oxyde de cuivre partiellement décomposé, refroidi dans son atmosphère d'oxygène, réabsorbe complètement ce gaz, et le manomètre à mercure ne signale plus aucun résidu. On peut constater le même fait par une méthode plus sensible.

» On intercale entre l'appareil de dissociation et le manomètre un tube de verre dont les parois sont traversées par deux fils de platine placés en face l'un de l'autre et dont la distance est de 1^{mm} environ. Avec une bobine d'induction, on peut faire passer une étincelle entre les deux fils dans l'intérieur du tube, tant qu'il y reste une quantité de gaz sensible au ma-

---

(1) Il l'absorbe même plus facilement et à une température plus basse. En chauffant à 350° un tube contenant de l'air avec du cuivre en tournures et de l'oxydule de cuivre, placés à côté l'un de l'autre, on constate que l'oxydule s'oxyde *seul* s'il est en quantité suffisante pour prendre tout l'oxygène contenu dans l'air. Il ne peut donc pas se former d'oxydule à basse température.

(2) Cette potasse s'obtient en fondant un mélange de cuivre et d'azotate de potasse, dans un creuset de cuivre; il reste un mélange d'oxyde de cuivre et de potasse, particulièrement propre à absorber la vapeur d'eau et l'acide carbonique.

nomètre. Si on laisse refroidir lentement l'oxyde dissocié, on voit peu à peu l'oxygène se réabsorber, et, quand le manomètre est devenu invariable, il arrive un moment où l'étincelle d'induction, si elle n'est pas trop puissante, ne traverse plus le petit intervalle séparant les deux fils. C'est ainsi que, dans une de nos expériences, une étincelle capable de traverser une colonne d'air de 12^{mm} était incapable de vaincre la résistance du vide produit dans notre appareil par la réabsorption de l'oxygène.

» C'est un premier essai d'une méthode permettant de faire le vide dans les tubes destinés aux expériences de physiciens, qui est évidemment susceptible de perfectionnements. Telle qu'elle est, notre expérience permet déjà, avec une installation simple, où entre seulement la pompe à mercure du modèle le plus simple, d'arriver à un degré de vide qu'on n'a atteint que par des procédés plus délicats et plus compliqués. »

M. Alph. de Candolle fait hommage à l'Académie d'un Volume qu'il vient de publier sous le titre « Histoire des Sciences et des savants depuis deux siècles ».

MÉMOIRES LUS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur les lois de la perforation des plaques de blindage en fer forgé.* Note de M. Martin de Brettes.

« La comparaison des rapports qui existent entre le nombre des tonnes-mètres T^m par centimètre carré de la section circulaire d'un projectile, nécessaire pour qu'il traverse une plaque en fer forgé ([1]), l'épaisseur E de cette plaque et le diamètre 2R de ce projectile, rapports qu'on peut obtenir au moyen des nombreuses valeurs de T^m, E et 2R, que M. Krupp, le célèbre fabricant d'acier fondu et de canons de tout calibre, a réunies dans un Tableau, montre qu'il existe entre ces quantités les relations suivantes :

» 1° Lorsque 2R est constant, le rapport $\frac{T^m}{E}$ augmente avec E, de sorte

([1]) T^m comprend non seulement le travail mécanique nécessaire à la perforation de la plaque, mais encore celui qui est perdu par la déformation du projectile, actuellement presque nulle, pour les vibrations de la plaque, pour l'échauffement du projectile et de la plaque.

que la courbe qui le représenterait peut être considérée comme *une parabole*. Ainsi, pour le canon de $0^m,15$, on a les valeurs suivantes :

Épaisseur E.	Différence ΔE.	Tonnes-mètre T^m.	Différence ΔT^m.	Rapport $\frac{\Delta T^m}{\Delta E}$.
c	c	T^m	T^m	
15	»	1,500	»	»
20	5	2,200	0,700	0,140
25	5	2,970	0,770	0,154
30	5	3,800	0,830	0,166

» 2° Lorsque E est constant, le rapport $\frac{T^m}{R}$ décroît quand E augmente, de sorte que la courbe qui le représenterait peut être considérée comme *une hyperbole*. Ainsi, pour $E = 20^c$, on a les valeurs suivantes :

2R.	Δ.2R.	T^m.	ΔT^m.	$\frac{\Delta T^m}{\Delta.2R}$.
c	c	T^m	T^m	
12	»	2,400	»	»
15	3	2,200	0,200	0,066
17	2	2,120	0,080	0,040
20	3	2,070	0,050	0,016

» 3° Lorsque $\frac{2R}{E}$ est constant, le rapport $\frac{T^m}{E}$ l'est aussi, de sorte que la courbe qui le représenterait est *une ligne droite*. Ainsi, pour $\frac{2R}{E} = 0,75$, on a les valeurs suivantes

2R.	E.	T^m.	$\frac{T^m}{E}$.	Différence.
c	c	T^m	T^m	
12	18	2,060	0,114	»
20	30	3,470	0,116	+ 0,002
24	36	4,149	0,115	— 0,001
28	42	4,830	0,115	0,000

de sorte que la formule générale, qui donnerait les valeurs de T^m, doit pouvoir, selon le cas considéré, se transformer en une équation de parabole, d'hyperbole et de ligne droite.

» La formule suivante, dans laquelle α et β sont des coefficients constants, à déterminer par l'expérience, savoir

$$(a) \qquad T^m = \alpha E + \frac{\beta . E^2}{2R},$$

se prête très bien à ces transformations en y faisant constant, soit $2R$, soit E, soit $\frac{2R}{E}$.

» Les coefficients α et β, déterminés au moyen des données contenues dans le Tableau de M. Krupp, ont conduit à la formule suivante :

$$(b) \qquad T^m = 0,073E + 0,027\frac{E^2}{2R}.$$

» Pour vérifier l'exactitude de cette formule, nous avons comparé les valeurs de T^m qu'elle donne avec celles qui se trouvent dans le Tableau de M. Krupp ou en sont déduites par interpolation, et avec celles qui résultent des expériences de tir contre les plaques, que nous avons pu nous procurer.

» Les différences entre les valeurs de T^m déduites de la formule (b) et celles du Tableau de M. Krupp et des expériences citées sont tantôt positives et tantôt négatives; elles sont, en outre, très petites relativement à T^m, malgré la différence de qualité des plaques, la diversité des observateurs, et les erreurs inévitables dans des expériences de cette nature, trop dispendieuses pour être répétées.

» Il semble donc qu'on puisse considérer les différences, en plus et en moins, entre les valeurs de T^m données par le Tableau de M. Krupp et les expériences, et celles qui le sont par la formule (b), comme des écarts accidentels des valeurs de la puissance perforatrice des projectiles, dont les lois sont représentées par les équations particulières, dans lesquelles (b) se transforme, selon que $2R$, E ou $\frac{2R}{E}$ reste invariable.

» On évalue aussi la puissance perforatrice des projectiles en tonnes-mètres T_1^m par centimètre de leur circonférence. Mais il est indifférent d'employer l'une ou l'autre méthode d'évaluation, car le rapport $\frac{T_1^m}{T^m} = \frac{R}{2}$ est constant, quelle que soit l'épaisseur E.

» La formule qui donnerait T_1^m se déduira donc de la formule (b), qui donne T^m, en multipliant cette dernière par $\frac{R}{2}$, et sera

$$(c) \qquad T_1^m = 0,0365ER + 0,00675E^2.$$

» Mais les équations particulières que cette formule donnera quand $2R$, E ou $\frac{2R}{E}$ ne variera pas, ne représenteront pas des courbes de même na-

ture que celles qui dérivent de la formule (b), car ces courbes seront : *une parabole* quand R sera constant; *une ligne droite* qui ne passe pas par l'origine des coordonnées, quand E sera constante; *une parabole* dont le sommet est à l'origine des coordonnées, quand $\frac{2R}{E}$ sera constant.

» Les différences ΔT_1^m entre les valeurs de T_1^m données par la formule (c) et celles qui résultent soit du Tableau de M. Krupp, soit des expériences, sont beaucoup plus grandes que les différences ΔT^m qui existent entre les valeurs de T^m, et d'autant plus que le diamètre du projectile est plus grand, puisque celles-ci sont multipliées par $\frac{R}{2}$. Mais les rapports de ces différences ΔT_1^m et ΔT^m aux puissances perforatrices T_1^m et T^m sont égaux, car

$$\frac{\Delta T_1}{T_1} = \frac{\Delta T^m \times \frac{R}{2}}{T^m \times \frac{R}{2}} = \frac{\Delta T^m}{T^m}. \text{ »}$$

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

VITICULTURE. — *Sur l'emploi de la solution aqueuse de sulfure de carbone pour faire périr le Phylloxera.* Note de M. **A. Rommier**, présentée par M. Peligot. (Extrait.)

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Dans une Brochure publiée en 1882 [1] et dans divers journaux d'Agriculture, j'avais proposé l'emploi du sulfure de carbone en solution dans l'eau, pour détruire le Phylloxera. On lit, en effet, à la page 21 de cette Brochure :

« On peut aussi irriguer des vignes avec le sulfure de carbone dissous dans l'eau. Pour obtenir une solution de cette nature, il est indispensable d'avoir à sa disposition des réservoirs couverts dans lesquels on agiterait le mélange des deux liquides. *L'eau de sulfure de carbone* tue le Phylloxera, même quand elle contient très peu de poison. Quand on traite une vigne avec du sulfocarbonate de potassium, l'insecticide se décomposant, d'après nos observations, en ses éléments constitutifs, dans l'espace de moins d'une heure, on la traite réellement avec une solution aqueuse de sulfure de carbone. Cette dernière agit d'autant plus sûrement qu'elle a été plus étendue d'eau, parce que l'insecticide se répand alors plus uniformément dans le sol. »

---

[1] *Phylloxera et principes fertilisants.* Librairie de la Maison Rustique.

» Plus loin nous constatons :

« .... qu'une solution saturée de sulfure de carbone, obtenue par une agitation prolongée des deux liquides dans un flacon et qui arrive à contenir $\frac{1}{600}$ environ du toxique, est un caustique pour les racines des végétaux. Nous en avons fait l'expérience sur des ceps plantés en pot, au commencement de la végétation, et nous avons vu les pousses de la vigne s'arrêter pendant une à deux semaines, les feuilles jaunir, une même en a péri; mais c'est une question de qnantité; tout remède a besoin d'être dosé, sans qnoi il devient un poison. »

» Or, comme il est d'usage de verser aux pieds des ceps 100^{gr} de sulfocarbonate de potassium, contenant 16^{gr} de sulfure de carbone dissous dans 36^{lit} d'eau, cette quantité correspond à une solution de sulfure de carbone au *deux-mille-trois-centième*. Il faudrait donc étendre l'eau de sulfure de carbone, qui est au *six-centième*, de quatre fois environ son volume d'eau, pour avoir un liquide capable de faire périr le Phylloxera sans risquer de nuire à la vigne.

» Dans une Note présentée récemment à l'Académie ([1]), M. Peligot a exposé les avantages qu'on pourrait retirer de l'usage de la solution de sulfure de carbone dans l'eau. On la répartirait beaucoup mieux dans le sol que le sulfure de carbone introduit avec les pals, et l'on devrait alors en employer une quantité moins grande. Additionnée d'un peu de sel de potasse (chlorate ou sulfate), cette solution présenterait les avantages du sulfocarbonate et reviendrait à un prix moins élevé. Enfin, elle pourrait peut-être servir comme adjuvant de la submersion, dont elle abrégerait la durée et qu'elle réduirait à une irrigation copieuse, faite avec une eau très légèrement insecticide.

» Espérons que le concours et la haute intervention de M. Peligot décideront quelques viticulteurs à en faire l'essai.

» Quant à la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau, nous l'avons trouvée de 2^{gr}, M. Ckiandi-Bey, de $0^{gr},50$, et M. Peligot de $4^{gr},32$ par litre. Ces nombres sont par trop dissemblables : ils auraient besoin d'être repris. Celle que nous avons déterminée a été faite en mélangeant dans un flacon presque entièrement rempli un volume connu de sulfure de carbone et d'eau, et en agitant vigoureusement le tout pendant un quart d'heure; la quantité de sulfure non dissoute, défalquée du volume total, donne celui qui est entré en dissolution. 1^{lit} d'eau distillée, à la température de $20°$ à $25°$, a dissous $1^{cc},50$ de sulfure de carbone, soit environ 2^{gr} par litre.

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 587.

Ce nombre aurait besoin d'un contrôle direct par l'analyse du sulfure qui est entré en dissolution. Nous n'avions pas alors de moyen de l'exécuter. Peut-être y arriverait-on par le procédé de M. Gastine, en absorbant le sulfure de carbone en vapeur par la potasse alcoolique, afin de le transformer en acide xanthique. »

CHIMIE. — *Préparation rapide de liqueurs titrées de sulfure de carbone.* Note de M. **Ach. Livache**, présentée par M. Peligot.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Au moment où l'importante Communication de M. Peligot, sur les propriétés de la solution aqueuse de sulfure de carbone, donne à l'étude de ce corps un nouvel intérêt, il m'a semblé qu'il serait peut-être opportun d'indiquer brièvement la préparation facile de solutions contenant du sulfure de carbone en proportion considérable.

» Dans un travail que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. XCVII, p. 249), j'ai montré qu'on peut obtenir des liqueurs concentrées en sulfure de carbone et présentant la propriété singulière de se laisser étendre d'une quantité quelconque d'eau, sans qu'il y ait séparation de ce sulfure de carbone; dans ce cas, il se forme sans doute des émulsions transparentes, auxquelles M. Berthelot a donné le nom de *pseudo-solutions* (*Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 159). Si, par exemple, on prend une solution d'un savon auquel on a incorporé une certaine quantité de pétrole, d'après les procédés que j'ai indiqués, on peut y dissoudre, en agitant quelques instants, une quantité de sulfure de carbone qui s'élève à plus de 200^{gr} par litre, pour un poids de savon égal à 150^{gr}. Si l'on additionne d'eau cette solution parfaitement limpide, le sulfure de carbone ne se sépare pas; on a, par suite, la faculté de préparer des liqueurs diluées au titre qu'on juge nécessaire. Le même phénomène se présente lorsqu'on emploie des savons résineux, ainsi que des dissolvants intermédiaires très variés (pétrole, huile de houille, essence de térébenthine, etc.) : il est possible de faire varier entre de larges limites la composition des liquides dans lesquels entre le sulfure de carbone.

» La facilité de préparation de ces produit et la certitude de la quantité exacte du sulfure de carbone qui s'y trouve uniformément réparti permettront sans doute de les employer dans des expériences ayant pour but

d'apprécier à quelle dose exacte le sulfure de carbone intervient efficacement, comme agent antiseptique ou insecticide. »

M. **Schnurer** adresse, de Jassy (Roumanie), un Mémoire accompagné de Planches et portant pour titre : « Indicateur électrique du niveau de l'eau et de la pression dans les chaudières à vapeur. »

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **J. Muller** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire portant pour titre : « Manivelle hydraulique appliquée à la distribution de la vapeur des locomotives ».

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **A. Dumont** adresse un Mémoire ayant pour objet l'étude d'un projet de canal d'assainissement, de Paris à la mer.

(Commissaires : MM. Hervé Mangon, Dupuy de Lôme,
Bouquet de la Grye.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *B. de Grilleau*, portant pour titre : « Les aérostats dirigeables : leur passé, leur présent, leur avenir; le ballon de Meudon »;

2° Un Opuscule de M. *E. Grange*, intitulé : « Contribution à l'étude du mécanisme de la mort par les courants électriques intenses ».

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Lune du 4 octobre 1884, faite à l'observatoire de Lyon (équatorial Brunner de 6 pouces)*; par M. **Gonnessiat**.

« Il a été impossible d'apercevoir aucune étoile avant la totalité de l'éclipse; et encore, le bord occidental de la Lune, au commencement de

l'éclipse totale, le bord oriental à la fin, restaient si lumineux que les émersions ou immersions sur ces points ont été difficiles à observer.

» Le ciel était clair pendant la phase totale de l'éclipse; cependant des cirrhus très légers et des vapeurs lui donnaient un aspect bleuâtre; et lorsque la Lune reparut elle était entourée d'une très belle couronne. Le vent soufflait du nord avec force, et rendait assez ondulantes les images données par l'instrument.

» Voici les occultations observées :

Numéro des *Ast. Nacht.*	Grosseur.	Phase.	Heure de la pendule de temps sidéral	Temps moyen de Lyon.	Grossissement.	Nota.
			h m s	h m s		
69......	9,5	E	22.39. 6,5	9 42,39,2		»
85.....	10	I	41. 4,1	44.36,4	»	»
81......	9,5	I	43.25,7	46.57,6	»	Incertain.
74......	9,5	E	49.52,5	53.23,4	»	»
82......	10	I	53.26,9	56.57,2	»	Un peu douteux.
63......	8,5	E	58. 7,1	10. 1.36,6	»	»
94......	10	I	23.17.53,3	21.19,6	95	»
95......	9,5	I	24.48,2	28.13,4	»	»
85......	10	E	42.17,7	45.40,0	»	»
96......	10	I	43,36 1	46.58,2	»	»
106......	10	I	50.22,5	53.43,5	»	Un peu douteux.
81......	9,5	E	56.58,4	11. 0.18,3	»	»
107......	10	I	57.24,6	0.44,3	»	Un peu douteux.
108......	10	I	58. 3,9	1.23,6	»	»
109......	9	I	58.15,5	1.35,2	»	»

Correction de la pendule de temps sidéral .... — 35^s,8

» Quant aux phases de l'éclipse elle-même, il n'y a lieu de donner aucune des observations de temps, en raison de leur très grande incertitude. Pendant la totalité de l'éclipse, le contour entier de la Lune a été constamment visible, mais l'éclairement du disque a été très inégal, quoique variant régulièrement d'une extrémité d'un diamètre à l'antre. Avant et après la phase totale, les bords de la Lune se prolongeaient sous l'ombre en forme de cornes. »

ASTRONOMIE. — *Observations des comètes Barnard et Wolf, faites à l'équatorial de 6 pouces (Brunner) de l'observatoire de Lyon;* par M. GONNESSIAT.

I. — *Comète Barnard.*

Dates. 1884.	Temps moyen de Lyon.	☄ ★. Δα.	☄ ★. Δδ.	Nombre de comp.	α app.	δ app.	★.
	h m s	s	′ ″		h m s	° ′ ″	
Sept. 23...	8.31,55	+ 9,12	−8.56,6	20:20	19.54. 4,94($\bar{1}$,001)	−26.48. 8,3(0,922)	1′

II. — *Comète Wolf.*

Dates. 1884.	Temps moyen de Lyon.	☄ ★. Δα.	☄ ★. Δδ.	Nombre de comp.	α app.	δ app.	★.
	h m s	s	′ ″		h m s	° ′ ″	
Sept. 27...	7.54,15	−17,02	−3. 0,9	20:20	21.19.16,82($\bar{1}$,032n)	+19.16.18,7(0,599)	a′
28...	8.59,13	−16,06	−4.40,9	20:20	21.20. 3,60($\bar{2}$,331)	+18.46.35,6(0,599)	b′
29...	9.24,43	−11,61	−6.24,1	20:20	21.20.52,11($\bar{2}$,876)	+18.17.32,6(0,609)	c′
Oct. 1...	7.41, 8	+ 7,32	+4.52,4	20:20	21.22.32,93($\bar{1}$,032n)	+17.21.55,2(0,626)	d′
6...	7.52, 8	−25,42	−1.40,5	10:10	21.27.40,42($\bar{2}$,776n)	+14.54.58,7(0,651)	e
20...	8.40,19	−29,91	−1.47,2	30:30	21.47.45,71($\bar{2}$,964)	+ 8. 8.34,2(0,731)	f

Positions des étoiles de comparaison.

	★′ — ★. Δα.	★′ — ★. Δδ.	Nombre de comp.		1884,0. α moy.	1884,0. δ moy.	Autorités.
	m s	′ ″			h m s	° ′ ″	
1′ — 1.....	+1.59,34	−9. 5,7	12:12	1	19.51.35,01	−26.30.20,9	Yarnall, Stone.
a′ — a.....	+2.47,22	+0.18,2	15:18	a	21.16.43,29	+19.18.31,3	Berl. Jahrb.
b′ — b.....	−0.36,88	−1.37,3	12:16	b	21.21. 3,19	+18.52.23,8	Yarnall, 9368.
c′ — c.....	−1.49,78	+6.40,5	12:12	c	21.22.48,15	+18.16.46,0	Rümker, 9198.
d′ — d.....	−1.11,81	−7.27,4	16:12	d	21.23.34,05	+17.24. 0,3	1 obs. m. Lyon.
				e	21.28. 2,56	+14.56. 9,2	Id.
				f	21.48.12,47	+ 8. 9.52,6	Id.

» Les observations méridiennes corrigent comme suit les positions fournies par les Catalogues :

		s	″
d............	Rümker 9111	+ 0,07	− 0,4
e............	B.B, VI 4626	+ 0,07	− 3,3
f............	Rümker 9599	− 0,04	− 2,0

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Addition à une Note précédente sur la détermination des orbites*; par M. R. **Radau**.

« J'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie quelques formules pour le calcul des orbites paraboliques, dont l'ensemble m'avait paru constituer une modification assez pratique des méthodes connues, fondées, comme la mienne, sur les principes de Gauss. Ces formules sont surtout commodes lorsque les intervalles sont sensiblement inégaux. Comme elles reposent sur la résolution graphique de l'équation du huitième degré que l'on écrit habituellement sous la forme

$$\sin^4 z = a \sin(z + b),$$

je demande la permission de mettre sous les yeux de l'Académie une reproduction du diagramme très simple que j'ai construit à cet effet. J'ajouterai que, dans l'hypothèse d'Olbers, il est facile d'obtenir une première approximation de l'orbite par un procédé purement graphique, comme je le ferai voir dans un travail plus étendu qui paraîtra dans le *Bulletin astronomique*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une représentation de la fonction exponentielle par un produit infini*. Note de M. R. **Lipschitz**. (Extrait d'une Lettre adressée à M. Hermite.)

« Soit z une variable complexe dont le module est moindre que l'unité; je pars de l'équation très simple

$$z + 2z^2 + 3z^3 + \ldots = \frac{z}{(1-z)^2},$$

où la série du premier membre reste convergente si l'on remplace les termes par leurs modules respectifs. Alors, en désignant tous les diviseurs d'un nombre m par d_m et, suivant l'usage, par $\varphi(d)$ le nombre des entiers relativement premiers et non supérieurs à d, et remplaçant chaque coefficient m par l'expression équivalente $\Sigma\varphi(d_m)$, la série du premier membre se change en une somme de progressions géométriques, de sorte que l'on a

$$\frac{z}{1-z} + \varphi(2)\frac{z^2}{1-z^2} + \varphi(3)\frac{z^3}{1-z^3} + \ldots = \frac{z}{(1-z)^2}.$$

Maintenant je multiplie les deux membres de l'équation par le facteur $-\frac{dz}{z}$, et je fais l'intégration à partir de $z = 0$ et en suivant un chemin qui n'entoure pas complètement le point $z = 1$. Cela donne le résultat suivant :

$$\log(1-z) + \frac{\varphi(2)}{2}\log(1-z^2) + \frac{\varphi(3)}{3}\log(1-z^3) + \ldots = -\frac{z}{1-z},$$

où les logarithmes sont déterminés par la condition que leur partie imaginaire soit comprise entre les limites $-\frac{\pi}{2}$ et $+\frac{\pi}{2}$. Or, en passant aux fonctions exponentielles, d'abord de cette équation, puis, en second lieu, après l'avoir multipliée par l'unité négative et en faisant, vu la définition donnée des logarithmes,

$$e^{\frac{\varphi(q)}{q}\log(1-z^q)} = (1-z^q)^{\frac{\varphi(q)}{q}},$$
$$e^{-\frac{\varphi(q)}{q}\log(1-z^q)} = (1-z^q)^{-\frac{\varphi(q)}{q}},$$

on obtient les deux représentations suivantes de la fonction exponentielle par un produit infini convergent :

$$(1-z)(1-z^2)^{\frac{\varphi(2)}{2}}(1-z^3)^{\frac{\varphi(3)}{3}}\ldots \quad = e^{-\frac{z}{1-z}},$$
$$(1-z)^{-1}(1-z^2)^{-\frac{\varphi(2)}{2}}(1-z^3)^{-\frac{\varphi(3)}{3}}\ldots = e^{\frac{z}{1-z}}.$$

Or considérons les limites des arguments des quantités $-\frac{z}{1-z}$ et $\frac{z}{1-z}$, pour lesquelles subsistent les deux représentations. En posant $z = x + iy$, on a

$$-\frac{z}{1-z} = \frac{1}{2} - \frac{1-x^2-y^2}{2(1-2x+x^2+y^2)} - \frac{2iy}{2(1-2x+x^2+y^2)}.$$

Donc, parce que $x^2+y^2 < 1$, la partie réelle de $-\frac{z}{1-z}$ est renfermée entre les limites $\frac{1}{2}$ et $-\infty$; pareillement la partie réelle de l'expression $\frac{z}{1-z}$, entre $-\frac{1}{2}$ et $+\infty$, la partie imaginaire n'étant assujettie à aucune restriction.

» On parvient à la même conclusion par une considération géométrique élémentaire, comme cas particulier du fait qu'à chaque cercle décrit par la variable z et passant par le point $z = 1$ correspond une ligne droite

décrite par la variable $w = -\frac{z}{1-z}$. Or la première représentation se réfère au cas où la partie réelle de l'argument de la fonction exponentielle est située entre les limites $\frac{1}{2}$ et $+\infty$, la seconde représentation au cas où la partie réelle de l'argument est comprise entre $-\frac{1}{2}$ et $+\infty$. Partant il y a une seule représentation pour l'intervalle de $-\infty$ à $-\frac{1}{2}$, deux représentations pour l'intervalle de $-\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{2}$, une seule pour l'intervalle de $\frac{1}{2}$ à $+\infty$. La fonction exponentielle, selon l'expression de M. Weierstrass, a un point singulier pour un argument infini, c'est-à-dire lorsque notre variable z se rapproche de l'unité. Maintenant, les deux expressions de $e^{-\frac{z}{1-z}}$ et de $e^{\frac{z}{1-z}}$ permettent de faire tendre indéfiniment z vers l'unité d'une manière bien définie. La première comprend les cas où la partie réelle de l'argument $-\frac{z}{1-z}$ est négative et dépasse toute limite, la seconde comprend ceux où la partie réelle de l'argument $\frac{z}{1-z}$ est positive et croissant indéfiniment; dans la première, le module de la valeur correspondante décroît; dans les autres, il croît sans limites. »

HISTOIRE DES MATHÉMATIQUES. — *Sur l'équilibre d'un segment homogène de paraboloïde de révolution flottant sur un liquide.* Note de M. **Em. Barbier.**

« Ce problème a été traité par Archimède. Le grand géomètre a su définir les conditions de pesanteur spécifique et de forme du segment, qui rendent possible une position d'équilibre inclinée, où la base du segment est *tout entière hors du liquide*.

» Il m'a paru intéressant de faire remarquer que la position d'équilibre définie par Archimède est *instable;* il doit y avoir une position d'équilibre plus inclinée, où la base du segment n'est qu'*en partie dans le liquide*.

» Le couple du poids du segment et de la poussée ne s'annule que dans une position d'équilibre possible; c'est la *continuité* appliquée à ce couple, qui m'a fait trouver qu'il y a une position d'équilibre *stable,* pour une certaine inclinaison du conoïde d'Archimède. Cette position n'a été, si je ne me trompe, ni trouvée par le grand géomètre de Syracuse, ni considérée par aucun historien des Sciences mathématiques. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesure de la composante horizontale du magnétisme terrestre, par la méthode de l'amortissement.* Note de M. **J.-B. Baille**, présentée par M. Cornu.

« La composante horizontale $\mathfrak{T}$ du magnétisme terrestre se détermine ordinairement, en valeur absolue, par la méthode de Gauss, qui donne en même temps le moment magnétique M du barreau. Mais l'application de cette méthode présente plusieurs inconvénients : il faut employer deux barreaux, et faire deux observations indépendantes l'une de l'autre, séparées par un intervalle de temps assez long, pendant lequel la force terrestre a pu varier.

» Je me suis proposé d'appliquer à cette recherche l'ancienne observation de Gambey et d'Arago sur le prompt amortissement des aimants, oscillant au-dessus d'une plaque épaisse de cuivre. On sait qu'un barreau aimanté, oscillant à l'intérieur d'une bobine couverte de fils, éprouve un amortissement très différent suivant que la bobine constitue un circuit ouvert ou un circuit fermé.

» En mesurant l'amortissement dans les deux cas, on obtient par différence le moment, h, de la réaction que les courants induits exercent sur l'aimant mobile. Cet élément est lié au moment magnétique du barreau oscillant M, et aux constantes électriques de la bobine (résistance exprimée en ohms W, et constante galvanométrique G, exprimée en centimètres), par la formule connue

$$M^2 = WG^2 h.$$

Si donc on mesure h et si l'on connaît les constantes WG^2 au moment de l'observation, on pourra calculer M.

» Or, comme on a déjà déterminé le couple directeur $\mathfrak{T}M$, au moyen de la durée d'une oscillation et de la connaissance du moment d'inertie, on peut, par une division, obtenir le nombre $\mathfrak{T}$, en unités absolues, C. G. S. par exemple, si tous les autres éléments ont été mesurés avec les unités correspondantes.

» Cette méthode est très simple et très rapide : elle nécessite l'emploi d'un seul aimant qui peut être toujours le même, et elle dure quelques minutes à peine. En outre, elle paraît peut-être plus précise encore que la méthode de Gauss, puisqu'elle donne la composante horizontale au moment de l'observation. D'ailleurs l'amortissement d'un mouvement os-

cillatoire est un des éléments physiques les plus faciles à déterminer avec sûreté, lorsqu'on prend des précautions convenables pour avoir de bonnes oscillations; et l'observation peut en être faite en même temps que celle de la durée des oscillations.

Il y a cependant deux inconvénients qui pourraient perturber assez profondément les mesures si l'on ne cherchait à en tenir compte.

» D'abord la self-induction a pour effet d'altérer les courants induits. Il faudrait donc à chaque observation faire une correction convenable, mais il est plus simple d'éliminer cette cause d'erreur : on y parvient en prenant une bobine ayant un petit nombre de tours de fils, et surtout en attachant à l'aimant une pièce ayant un fort moment d'inertie, pour que la durée d'une oscillation soit assez longue.

» Ensuite la variation de la déclinaison a pour effet de rendre l'amortissement dissymétrique et se présente comme une irrégularité des oscillations. On peut ne pas tenir compte de cette cause d'erreur, en ayant soin de faire des observations rapides et de considérer un nombre pair d'amplitudes. La déclinaison peut alors être regardée comme ayant varié régulièrement.

» Les constantes de la bobine, à déterminer au préalable, sont la résistance électrique W, que l'on mesurera par les procédés ordinaires, et que l'on ramènera au moyen d'une correction convenable, à la température de l'observation, puis la constance galvanométrique G. Ce dernier élément est assez délicat à obtenir, par les procédés ordinaires ; mais on pourrait le conclure des premières observations d'amortissement, si l'on avait soin de mettre dans la bobine un barreau dont le moment magnétique aurait été déterminé d'avance par la méthode de Gauss.

» J'ai appliqué la méthode de l'amortissement, telle que je viens de la décrire, avec une bobine dont les éléments électriques avaient été mesurés à part. J'ai déterminé la composante horizontale terrestre, dans mon observatoire magnétique de Villeneuve-Saint-Georges. Des nombreux résultats très concordants que j'ai obtenus, je détache les observations suivantes, dans lesquelles les deux méthodes ont été employées concurremment (unités C. G. S.)

1884.	Aimants.	Méthode de Gauss.	Méthode de l'amortissement.
25 septembre........	A	0,19430	0,19381
»	B	19413	19532
26 septembre.......	M	0,19487	0,19512
»	N	19450	19464

» Comme on le voit, les résultats sont aussi concordants que possible, et la méthode que je signale semble mériter toute confiance. »

PHYSIQUE. — *Relation entre les températures et les pressions du protoxyde de carbone liquide.* Note de M. V. **Olszewski**.

« Cracovie, 14 octobre 1884.

» J'ai préparé le protoxyde de carbone en chauffant un mélange d'acide oxalique et d'acide sulfurique. On sait que le gaz préparé de cette manière contient un volume d'acide carbonique égal au sien : je l'en ai purgé complètement, en le faisant passer dans une série de flacons remplis d'hydrate de soude dissous. De plus, j'ai ajouté, dans la bouteille de fer de l'appareil de M. Natterer, de l'hydrate de potasse fondu en petits morceaux, et j'ai ensuite comprimé le protoxyde de carbone jusqu'à 70^{atm}. J'ai eu soin, avant chaque expérience, d'essayer le protoxyde de carbone au moyen d'hydrate de baryte dissous, et je n'ai soumis à la liquéfaction que le gaz absolument purgé d'acide carbonique. Dans mes expériences antérieures, c'est également cette méthode qui m'a servi à purger les gaz de l'acide carbonique et de l'eau.

» L'appareil que j'ai employé pour ces expériences est celui qui m'a servi pour l'oxygène, l'air atmosphérique et l'azote. Je me réserve de le décrire complètement quand j'aurai terminé mes expériences sur la liquéfaction de l'oxygène, dont je m'occupe à présent.

» Voici les résultats pour le protoxyde de carbone :

Pression.	Température.
atm	°
35,5	— 139,5 (point critique).
25,7	— 145,3
23,4	— 147,7
21,5	— 148,8
20,4	— 150,0
18,1	— 152,0
16,1	— 154,4
14,8	— 155,7
6,3	— 168,2
4,6	— 172,6
1,0	— 190,0
Au vide	— 211,0 (point de solidification).

» Aux températures comprises entre — 139°,5 et — 190°, le protoxyde

de carbone liquide est transparent et incolore. Si, en appliquant le vide, on abaisse la température à — 211°, il se solidifie, soit en une masse neigeuse, soit en une masse compacte et opaque, selon que le vide a été fait rapidement ou lentement. Si l'on fait le vide assez lentement pour que le protoxyde de carbone n'entre pas sensiblement en ébullition et ne s'évapore qu'à la surface, la masse solide est tout à fait transparente. Quand on augmente la pression jusqu'à une atmosphère, la masse se fond en un liquide incolore.

» Mes expériences montrent que le protoxyde de carbone, qui, à l'état gazeux, ressemble en plus d'un point à l'azote, en diffère sensiblement aux températures très basses : sa température critique et sa température d'ébullition sous la pression de 1^{atm} sont supérieures de quelques degrés à celles de l'azote. Les températures de solidification de ces deux gaz sont aussi différentes ; en effet, je n'ai pas réussi à solidifier l'azote en employant seulement le vide, tandis que le protoxyde de carbone se solidifie dans des conditions analogues, en donnant une température supérieure à celle de l'azote s'évaporant dans le vide. On attribuera sans doute ces différences à l'élément solide que le protoxyde de carbone contient. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions de l'acide chlorochromique.* Note de M. **Quantin**, présentée par M. Debray.

« Les expériences de M. Riban ont établi que l'action simultanée du chlore et de l'oxyde de carbone, à basse température, en présence d'un corps poreux, le charbon, constitue un moyen puissant de réduction et de chloruration.

» Nous avons appliqué avec succès, au sesquioxyde vert de chrome, cette méthode modifiée par la suppression du charbon et l'emploi de la température rouge : comme il était aisé de le prévoir, le sesquioxyde de chrome s'est transformé en sesquichlorure. Nous avons pensé que l'oxychlorure de chrome, moins stable que le sesquioxyde et contenant déjà une partie du chlore nécessaire, fournirait encore plus facilement, dans les mêmes conditions, du sesquichlorure de chrome.

» Si en effet on fait passer dans un tube de verre chauffé entre 500° et 600° de l'acide chlorochromique, du chlore et de l'oxyde de carbone secs, on voit le tube se remplir de sesquichlorure de chrome violet cristallisé ; de l'acide carbonique se dégage :

$$2\,CrO^2Cl + 4\,CO + Cl = 4\,CO^2 + Cr^2Cl^3.$$

» On pourrait croire que l'oxychlorure de chrome est ramené par l'oxyde de carbone à l'état de protochlorure, et qu'un excès de chlore est nécessaire à la production du sesquichlorure de chrome; nous avons reconnu qu'il n'en est pas ainsi. Si, en effet, dans l'expérience précédente, on supprime le courant de chlore, la réduction de l'oxychlorure se produit accompagnée d'un vif dégagement de lumière; l'inflammation du mélange se propage parfois jusque dans la cornue qui contient l'acide chlorochromique, bien que la température n'y dépasse pas 100°. La partie antérieure du tube se remplit d'oxyde *vert* de chrome et, plus loin, adhérent à la partie supérieure, on trouve du sesquichlorure violet cristallisé.

» Le point où le tube commence à être chauffé est revêtu d'un anneau d'oxyde noir de chrome.

» La production, dans cette expérience, d'oxyde vert amorphe, est évidemment due à ce que la présence de l'oxyde de carbone détermine la décomposition instantanée de l'acide chlorochromique; l'oxyde de carbone s'empare seulement de l'oxygène qui aurait été mis en liberté par l'action de la chaleur seule, et n'agit pas sur le sesquioxyde produit; mais le chlore mis en liberté et l'oxyde de carbone en excès, agissent ensuite sur le sesquioxyde formé et le transforment en sesquichlorure, comme nous l'avons dit plus haut. On peut représenter par les formules suivantes les réactions successives :

$$CO + 2\,CrO^2Cl = Cr^2O^3 + 2\,Cl + CO^2,$$
$$Cr^2O^3 + 3\,CO + 3\,Cl = Cr^2Cl^3 + 3\,CO^2.$$

» Les deux tiers du chlore nécessaire proviennent donc de l'acide chlorochromique lui-même.

» Il n'est évidemment pas nécessaire, pour obtenir ces résultats, d'opérer sur de l'acide chlorochromique isolé préalablement; on pourra lui substituer tout mélange capable de dégager de l'oxychlorure de chrome. Nous avons employé avec succès un mélange de chlorochromate de potasse et d'acide sulfurique, et même un mélange de sel marin, de bichromate de potasse et d'acide sulfurique, en ayant soin de dessécher et mieux de fondre ensemble les deux premiers corps : ce dernier mélange est susceptible de dégager, outre de l'oxychlorure de chrome, du chlore et de l'acide chlorhydrique; partant de là, nous avons pu, dans l'expérience précédente, supprimer le courant de chlore, et, en faisant seulement passer dans le mélange un courant d'oxyde de carbone, obtenir dans le tube chauffé du sesquichlorure cristallisé, sans mélange de sesquioxyde. L'acide chlorhydrique qui peut se dégager ne joue aucun rôle dans la réaction : l'étude de

l'action que produit sur l'acide chlorochromique ce réactif employé isolément nous a fourni les résultats suivants :

» L'acide chlorhydrique sec, agissant au rouge sur l'acide chlorochromique, donne naissance à une certaine quantité de vapeur d'eau et d'oxyde noir de chrome et de chlore; mais il ne se forme pas de sesquioxychlorure violet, sans doute à cause de la réaction inverse, signalée par M. Moissan, réaction d'après laquelle le sesquichlorure de chrome repasserait à l'état d'acide chlorochromique, en présence du chlore et de la vapeur d'eau.

» Lorsqu'on décompose l'acide chlorochromique par la chaleur, on obtient seulement de l'oxyde noir de chrome, du chlore et de l'oxygène; les expériences de M. Moissan montrent qu'il ne peut se former dans ce cas de sesquichlorure; nous avons reconnu nous-même que, même en excès, le chlore agissant sur l'acide chlorochromique ne fournit pas de sesquichlorure; le mode de formation du sesquichlorure de chrome dans les expériences qui précèdent est donc celui que nous avons indiqué.

» En résumé :

» 1° L'oxyde de carbone agissant seul sur l'acide chlorochromique le transforme en sesquioxyde vert de chrome et en sesquichlorure violet;

» 2° L'action simultanée de l'oxyde de carbone et d'un excès de chlore transforme intégralement l'oxychlorure de chrome en sesquichlorure. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Analyse de l'apatite de Logrozan (Espagne)* [1]. Note de M. A. VIVIER, présentée par M. Debray.

« L'apatite de Logrozan se présente sous forme de prismes hexagonaux réguliers, dont les bases portent des modifications pyramidales. Les cristaux sont généralement troubles, d'une couleur jaunâtre ou verdâtre, à cassure vitreuse et inégale. La plupart de ceux que j'ai examinés contenaient de nombreuses inclusions de fer spéculaire en lamelles, atteignant parfois jusque $0^{m},008$ de côté.

» De plus, leur surface est souvent recouverte d'une croûte de carbonate de chaux qui s'en sépare assez facilement, en gardant l'empreinte du cristal dont elle avait épousé la forme. La surface parfaitement polie et miroi-

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. L. Grandeau, à la Faculté des Sciences de Nancy, sur un échantillon de phosphate de Logrozan envoyé par M. R. de Luna, professeur à l'Université de Madrid.

tante de la face interne de l'empreinte me porte à croire que ce carbonate de chaux est un dépôt aqueux lentement formé sur l'apatite.

» Les cristaux d'apatite sont inclus dans un trachyte altéré, poreux, d'une couleur gris rougeâtre, parsemé de grains de limonite. Cette roche contient, en outre, quelques veines de chaux carbonatée paraissant appartenir à la variété calcite; puis de petites lamelles très brillantes de fer spéculaire, et quelques points brillants indéfinissables à la loupe. Une coupe microscopique de cette roche, que M. le professeur Thoulet a bien voulu faire exécuter pour moi dans son laboratoire, montre que ces points brillants sont de petits prismes d'apatite qu'on retrouve dans la coupe sous forme de rectangles allongés déformés par glissement, et qu'on reconnaît d'ailleurs à leurs propriétés optiques.

» L'apatite se trouve donc dans sa gangue d'abord en fragments de cristaux plus ou moins volumineux, ayant de 5^{mm} à 25^{mm} de longueur, puis en cristaux microscopiques, presque invisibles à l'œil, et répartis dans la pâte de la roche.

» J'ai fait l'analyse de la gangue et de l'apatite par les méthodes suivantes :

» La gangue a été triée autant que possible de manière à en séparer les morceaux d'apatite; cette opération est, du reste, assez facile, étant donnée la grosseur des cristaux.

» L'analyse de la matière broyée et desséchée a été faite suivant la méthode de la voie moyenne; elle a donné les résultats suivants :

	gr	Pour 100
Matière employée	1,060	»
Acide carbonique	0,049	4,597
— silicique	0,534	50,090
— phosphorique	0,005	0,470
Alumine et sesquioxyde de fer	0,292	27,392
Chaux	0,029	2,720
Magnésie	0,059	5,536
Potasse	0,087	8,162
Soude	0,011	1,033
	1,066	100,000

» *Apatite.* — J'ai choisi les cristaux ne contenant pas de fer spéculaire; je les ai ensuite concassés et lavés à l'acide azotique étendu, pour les débarrasser du carbonate de chaux qui les recouvre souvent.

» Le fluor a été déterminé par analyse indirecte.

	gr	Pour 100.
Matière employée	0,784	»
Phosphate d'alumine et de glucine	0,0350	4,46
Acide phosphorique combiné à la chaux	0,3216	41,02
Chaux correspondante	0,3804	48,52
Chlorure de calcium	0,0060	0,77
Fluorure de calcium	0,0410	5,23
	0,7840	100,00

» Le dosage de l'acide phosphorique total par le molybdate d'ammoniaque a donné : acide phosphorique, 42,42 pour 100. »

MINÉRALOGIE. — *Sur une pegmatite à grands cristaux de chlorophyllite, des bords du Vizézy, près de Montbrison (Loire).* Note de M. F. **Gonnard**, présentée par M. Damour.

« Les pegmatites des bords du Vizézy sont connues des minéralogistes, non seulement à cause des émeraudes qu'elles renferment, mais encore et surtout parce que l'andalousite y fut découverte, en 1780, par le comte de Bournon, ou, d'après Passinges, par le citoyen Imbert, de Montbrison.

» Disons toutefois que ni de Bournon ni Passinges, qui relate la découverte d'Imbert, en qualifiant ce dernier d'aussi bon naturaliste qu'exact observateur, n'ont indiqué les gisements de ces deux espèces minérales.

» Curieux de retrouver leur situation, j'ai fait quelques recherches dans les roches granitiques des gorges de Vizézy.

» Le granite de la chaîne du Forez semble, en général, assez pauvre en accidents minéralogiques, et les pegmatites n'apparaissent pas fort abondantes dans les coupes qu'a nécessitées le tracé de la route, très pittoresque, de Montbrison à Saint-Bonnet-le-Courreau. Cependant, à environ 10^{km} à partir de Montbrison, j'ai observé dans le granite, assez dur en cet endroit, une belle veine de pegmatite géodique, qui a été coupée obliquement par la route. Elle n'est visible que sur une longueur de 3^m à 4^m, puis s'enfonce dans la roche. Une sorte de boyau, de $0^m,15$ à $0^m,20$ de vide, offrait encore, à l'entrée, plusieurs cristaux de quartz enfumé, de $0^m,08$ à $0^m,10$ de long, détachés de leur gangue et à peine retenus dans une argile ferrugineuse.

» Les parois de la géode étaient tapissées de cristaux rugueux de microcline blanc; j'ai pu cependant en recueillir quelques-uns, en partie très nets, et sur lesquels, pour le noter en passant, j'ai observé, outre les faces ordinaires, la face rare *h'*, très développée. Ces cristaux, dont la densité est de 2,57, présentent une particularité de structure assez curieuse. Constitués par des lamelles cristallines alignées parallèlement à *h'*, ils sont revêtus d'une enveloppe mince de même nature, qui masque les rugosités ou stries de l'assemblage, et donne au cristal cette netteté presque géométrique que possèdent les feldspaths de Striegau, de Baveno ou de l'île d'Elbe.

» Mais ce qui rend cette pegmatite particulièrement intéressante, c'est la présence, non constatée jusqu'ici, de cristaux de chlorophyllite d'un volume assez considérable. J'ai pu, en effet, en extraire dont le diamètre est d'environ $0^m,03$ et dont la longueur atteint presque le double de ce nombre.

» De ces cristaux, les uns sont d'un vert très foncé, presque noirs, à cassure vitreuse en un point, mate en un autre; ils semblent passer à la fahlunite. D'autres sont verdâtres, gris verdâtre, gris perle. Le clivage suivant la base est très facile; les strates sont séparées par des lamelles de mica, comme dans la chlorophyllite de Haddam ou d'Unity. Chez quelques-uns enfin, l'altération du minéral primitif produit une teinte rouge brun par places. La cassure suivant l'axe du cristal est inégale et fait apparaître les stries des strates minces. La densité de ces cristaux est de 2,77.

» Enfin, j'ai observé, soit sur les cristaux de feldspath, soit au milieu de petites masses de tourmaline noire, de très petits prismes hexagonaux d'apatite blanche ou légèrement verdâtre, simples ou ayant les arêtes et les angles de la base modifiés par des biseaux et des troncatures. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combinaison des composés d'hydrogène et d'oxygène*. Note de M. A. **Boillot**.

« En combinant 1^{gr} de gaz hydrogène, ayant un volume de $11^{lit},3273$, avec 8^{gr} de gaz oxygène, dont le volume est $5^{lit},6637$ (la température étant $+4°$, et la pression 0,76), on obtiendra 9^{gr} d'eau, ayant pour volume 9^{cc}, dont 6^{cc} occupés par l'hydrogène, et les trois autres par l'oxygène. Dans cette réaction, il se produit un dégagement de $34^{cal},5$ dont les deux tiers, ou 23, sont donnés par l'hydrogène, et l'autre tiers, $11^{cal},5$, par l'oxygène. Si l'on comprimait $11^{lit},3273$ d'hydrogène, de manière à réduire

ce volume à 6^{cc}, le nombre de calories dégagées serait $23 + \frac{2}{3}s$, en désignant par s la chaleur latente de formation des 9^{gr} d'eau. En comprimant de même les $5^{lit},6637$ d'oxygène, pour réduire leur volume à 3^{cc}, on aura $11,5 + \frac{1}{3}s$ pour le nombre de calories dégagées dans cette compression.

» Dans la formation de 17^{gr} d'eau oxygénée, occupant le volume 12^{cc}, où l'hydrogène et l'oxygène entrent chacun pour 6^{cc}, pesant respectivement 1^{gr} et 16^{gr}, ces liquides proviennent du même volume gazeux, $11^{lit},3273$ pour chacun d'eux.

» Cette combinaison s'effectue avec un dégagement de $23^{cal},7$ dont la moitié est fournie par chacun des deux composants. Quant à la chaleur latente, elle est $s + \frac{s}{3} + 10,8 + 11,5$, excédant de $\frac{s}{3} + 22^{cal},3$ la chaleur latente des 9^{gr} d'eau qui lui correspondent. Chacun des deux composants a apporté $\frac{2}{3}s + 11^{cal},15$ de chaleur latente.

» Si l'on comprime les $11^{lit},3273$ de l'un quelconque des gaz entrant dans 17^{gr} d'eau oxygénée, de manière à réduire ce volume à 6^{cc}, il se dégagera un nombre k de calories, et l'on aura

$$k = 23 + \tfrac{2}{3}s;$$

d'où l'on déduira s.

» Soient θ, θ' les températures d'une même masse de gaz, p, p' et d, d' les pressions et les densités correspondantes, c le rapport des capacités calorifiques du gaz à pression constante et à volume constant; on a, d'après Laplace,

$$p' = p\left(\frac{d'}{d}\right)^c, \quad \theta' = (272,48 + \theta)\left(\frac{d'}{d}\right)^{c-1} - 272,48.$$

On opère à $+4^\circ$ et $0,76$.

» La capacité calorifique de l'oxygène, par rapport à celle de l'eau prise pour unité, est $0,2361$, et celle de l'hydrogène est $0,4090$, d'après Regnault. La valeur de c pour ces gaz est $c = 1,415$.

» Il est facile de voir que le rapport $\frac{d'}{d} = \frac{p'}{p}$ est le même pour l'hydrogène et pour l'oxygène, et que ce rapport est égal à $1887,887$. On a donc

$$\frac{p'}{p} = (1887,887)^{1,415}, \quad \theta' = 276,48(1887,887)^{0,415} - 272,48;$$

d'où

$$\frac{p'}{p} = 43202 \quad \text{et} \quad \theta' = 6054,52.$$

» Le nombre k de calories dégagées par 16^{gr} d'oxygène, dont le volume $11^{lit},3273$ est comprimé jusqu'à sa réduction à un volume 1887,877 fois moindre, sera alors

$$k = 0,016 \times 0,2361 \times 6054,52 = 22,8716,$$

et la valeur $k = 23 + \frac{2}{3}s$ donne

$$s = -0,192 \quad \text{ou} \quad s = 0.$$

» En effectuant le calcul avec l'hydrogène, on trouve que la capacité calorifique 3,409 devrait être portée à 3,79 ou 3,80 pour donner le même résultat $s = 0$.

» De ce qui précède, il résulte ce qui suit :

» 1° Dans le nombre de calories recueillies par la combinaison des gaz hydrogène et oxygène pour former de l'eau, les deux tiers sont fournis par le premier de ces gaz, et l'autre tiers par le second. De plus, l'eau formée n'absorbe pas de chaleur latente. Pour 9^{gr} d'eau formée, le gramme d'hydrogène dégage 23^{cal}, et les 8^{gr} d'oxygène en dégagent 11,5.

» 2° Dans la formation de l'eau oxygénée, chacun des gaz composants dégage le même nombre de calories, savoir : pour 17^{gr} d'eau oxygénée, le gramme d'hydrogène donne $11^{cal},85$, et les 16^{gr} d'oxygène en dégagent aussi 11,85. La chaleur latente de cette quantité d'eau oxygénée est de $22^{cal},3$, dont la moitié revient à chacun des éléments.

» Parmi les conséquences qui résultent de ce travail, se trouve la densité de l'oxygène liquide, égale à 0,888 ou $\frac{8}{9}$.

» On sait que M. Wroblewski a trouvé cette même densité comprise entre 0,89 et 0,90 (*Comptes rendus*, 16 juillet 1883, p. 168). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les phénomènes qui accompagnent la couronne solaire.* Lettre de M. DUCLAUX à M. Cornu.

« Marmanhac (Cantal), le 22 octobre 1884.

» J'habite ici à 700^{m} d'altitude, ce qui me permet de voir fort souvent la couronne solaire, mais je reçois peu de journaux scientifiques, ce qui m'empêche de comparer ce que je vois avec ce qu'on observe ailleurs. Le sujet vous intéresse, et vous devez être abondamment pourvu de renseignements de toute sorte. Je me hasarde à vous donner les miens.

» Un premier point me frappe. Je n'ai pas vu qu'on parlât d'autre chose

que de la couronne solaire, circulaire au voisinage du zénith, s'étalant en manteau sur l'horizon quand le Soleil s'en éloigne ou s'en rapproche.

» Pour moi, quand il y a couronne, il y a *toujours* plus que cela. En m'éloignant de quelques centaines de mètres de ma maison, je domine, sur près de 180° d'horizon, l'enceinte granitique du Cantal, enceinte à peu près circulaire, régulière pour la distance à laquelle je la vois, et figurant assez bien les bords horizontaux d'une assiette dont le groupe volcanique du Cantal occuperait le centre. Au coucher du soleil, qui se fait pour moi à peu près au milieu de cette ligne d'horizon, je la vois bordée d'une frange rouge régulière, rappelant parfois la couronne rouge solaire par son éclat, sa couleur, sa largeur et les dégradations délicates de teinte de son bord supérieur.

» Cette frange n'est pas bornée aux portions de l'horizon illuminées par le Soleil couchant. Elle en fait le tour complet, passe avec des variations d'éclat et de largeur sur toutes les croupes montagneuses qui me dominent au levant, et c'est même là que se passe le plus intéressant du phénomène.

» En tournant exactement le dos au Soleil au moment où il se couche, on voit se dresser devant soi, reposant sur l'horizon, une apparition colorée, ressemblant assez exactement à un Ω dont les deux branches terminales seraient remplies d'un empâtement rouge violet, de forme triangulaire arrondie aux angles. La panse du Ω, qui monte dans l'air en ligne plus ou moins circulaire jusqu'à une hauteur de 15° à 20°, est moins brillante que les empâtements latéraux. Une fois, elle m'a paru circonscrire un espace intérieur, grossièrement ovale dans le sens horizontal, et où le ciel avait sa teinte normale. Son apparence était analogue à celles que M. Tacchini a récemment décrites et figurées comme se passant au voisinage du Soleil. Mais le plus souvent, elle est comme remplie de nuelles rouges, disséminées, comme flottantes devant l'œil, tant elles sont peu visibles.

» A mesure que le Soleil s'enfonce sous l'horizon, cette apparition monte lentement dans l'air, en laissant au-dessous d'elle une bande horizontale de ciel coloré de sa teinte normale; en même temps, son éclat diminue, surtout dans les portions latérales les plus brillantes. Puis tout se fond dans une lueur rouge violet faible, qui, lorsqu'il n'y a pas de lune, persiste jusqu'à l'apparition des premières étoiles dans la région qu'elle occupe.

» Voilà ce que j'ai vu, non pas une fois, mais vingt fois depuis que je

suis ici en vacances. Je n'y faisais même aucune attention au commencement de mon séjour, persuadé qu'on pouvait voir la même chose partout, l'observer avec des moyens qui me font défaut, et en parler avec plus de compétence. Il se peut que j'aie eu raison alors, et que j'aie tort aujourd'hui en croyant vous apprendre quelque chose de nouveau. Mais d'un autre côté, le fait, s'il est connu, me paraît avoir certaines conséquences d'accord avec les conclusions de vos études, en désaccord avec les idées d'autres savants sur le même sujet.

» En premier lieu, on voit que c'est un phénomène atmosphérique, et que le Soleil n'y joue pas d'autre rôle que celui de source lumineuse. La Lune, lorsqu'elle est pleine, m'apparaît quelquefois aussi entourée d'une couronne analogue à celle du Soleil, et qui a été particulièrement belle le jour de l'éclipse.

» En second lieu, expliquer la couronne n'est pas expliquer tout le phénomène. Les lueurs qui font le tour de l'horizon ne sont que celles qu'on voit d'ordinaire au couchant, étendues et plus visibles qu'à l'ordinaire. Mais l'apparition colorée du levant se relie sans doute aux phénomènes de polarisation atmosphérique que vous étudiez, et je dois vous laisser le soin d'en trouver l'explication.

» Permettez-moi d'ajouter que, à mon avis, il n'y faut chercher que l'action de causes normales, rares si l'on veut, mais n'ayant, à aucun degré, le caractère d'une convulsion terrestre ou atmosphérique. Mes observations me conduisent en effet à rattacher ces phénomènes à une situation météorologique particulière, peu fréquente il est vrai, mais qui n'en persiste pas moins depuis plusieurs mois, avec quelques intermittences, à la surface de l'Europe. Il y a, reposant sur le sol, jusqu'à une hauteur variable, une couche d'air relativement tranquille et sec, au-dessus de laquelle passe un courant plus humide, en général peu épais, mais recouvrant une immense surface; cet air humide est emprunté au grand courant du sud-ouest, qui nous apporte d'ordinaire les bourrasques de l'Atlantique, mais qui, depuis près d'un an, au lieu de se creuser un lit plus ou moins profond sur le continent, s'y étale à la façon d'une inondation, gagnant en surface ce qu'il économise en profondeur. La présence de ce courant de surface est peu visible sur les Cartes météorologiques; il est peu épais et n'affecte guère les isobares, auxquelles il donne seulement des allures tourmentées; il passe très haut et n'affecte pas les girouettes; mais il n'a échappé à aucun de ceux qui ont pris l'habitude d'observer le ciel dans la région des cirrhus et des cumulus. Au point de vue météorologique, il nous donne des

hivers sans neige, doux, et à température supérieure à la normale, parce que cet écran de vapeurs empêche la Terre de se refroidir. Il nous donne ces étés couverts et même orageux, sans pluies, froids à l'origine, lourds quand ils deviennent chauds, beaux à tout prendre, comme celui que nous venons de traverser. C'est au travers de cette couche humide, presque toujours troublée par les cirrhus et cumulus légers qu'elle emporte que se formeraient la couronne et les lueurs de l'horizon, et si nous les apercevons, c'est que l'air des couches inférieures, relativement sec et très transparent, ne les noie pas de lumière étrangère.

» Ma lettre est assez longue, et je n'insiste pas sur les particularités du phénomène qui sont d'accord avec cette explication; vous les verrez sans peine. Quant aux détails qui n'y trouveraient pas place, peut-être vos études les y feront-ils rentrer: ce serait pour moi une grande bonne fortune, pour le peu qui me revient dans cette petite théorie, car pour l'idée principale, je suis d'accord avec vous qu'il ne faut pas aller chercher la cause au delà de l'atmosphère et plus loin que la région des cirrhus. »

M. Cornu, à l'occasion de cette Communication, fait la remarque suivante :

« En étudiant la polarisation atmosphérique autour du point antisolaire, j'ai été conduit à rechercher si les singularités [1] que je reconnaissais dans la distribution des *lignes principales de polarisation* ne correspondaient pas à un phénomène visible sans polariscope. Bien que j'aie cru plusieurs fois distinguer, dans les teintes du ciel, aux basses altitudes où j'observais (180^m), des apparences répondant à l'objet de mes recherches, je n'ai pas obtenu une certitude assez grande pour pouvoir en affirmer l'existence : la région antisolaire est le siège du point de convergence des *rayons* lumineux que les nuages du couchant laissent passer dans leurs intervalles. Aussi les teintes du ciel à l'orient ne présentent-elles pas la continuité parfaite qui conviendrait à ce genre d'observations.

» Le phénomène observé par M. Duclaux me paraît répondre à celui que je cherchais : je pense qu'on ne saurait trop encourager cet habile observateur à porter son attention sur les détails de ce phénomène, qui me paraît devoir jouer un rôle décisif dans la recherche des causes auxquelles nous devons ces apparences extraordinaires. »

(1) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 491.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation des couronnes solaires pendant des ascensions aérostatiques exécutées les* 23 *et* 24 *octobre* 1884 *par MM.* A. *et* G. Tissandier. Note de M. G. **Tissandier**, présentée par M. Cornu.

« A la suite des Communications qui ont été faites récemment à l'Académie par MM. Jamin, Forel et Cornu, sur les couronnes solaires qui se sont manifestées si fréquemment depuis plus d'un an, nous avons pensé qu'il était intéressant de constater si le phénomène, actuellement invisible (1) à la surface du sol, était apparent au-dessus des brumes et des nuages. Mon frère et moi, nous avons exécuté à cet effet une première ascension aérostatique le 23 octobre 1883. Nous nous sommes élevés de notre atelier d'Auteuil, accompagnés par M. Lachambre, aéronaute constructeur.

» Les brumes que nous avons traversées avaient une épaisseur de 800^m. Leur surface supérieure était unie comme celle d'un lac, et, à cette altitude, le ciel apparaissait d'un bleu éclatant, tout en étant semé de nombreux cirrhus. Au-dessus des brumes, jusqu'à 1600^m d'altitude, une couronne de 12° environ de diamètre intérieur se voyait autour du Soleil ; elle apparaissait plus distinctement quand on masquait l'astre à l'aide d'un écran. Cette couronne était formée de deux cercles concentriques, de couleurs assez pâles, jaune et rouge, le rouge étant extérieur. La zone comprise entre le jaune et le Soleil était d'un blanc azuré très éclatant.

» Le courant aérien supérieur, très faible, nous rejetait au centre de Paris, et il ne nous a pas été possible, à notre grand regret, de dépasser l'altitude de 1600^m. Nous avons remarqué que toute la partie du ciel située du côté du Soleil était d'une coloration jaune rosé très prononcée et prenait une teinte roussâtre à mesure que l'astre s'abaissait à l'horizon. La descente a eu lieu à 4^h40^m au delà de la pièce d'eau des Suisses, à Versailles.

» Notre aérostat, formé d'un tissu bien imperméable, est resté gonflé toute la nuit, et, le lendemain 24, mon frère et M. Lachambre ont exécuté une seconde ascension à 10^h30^m du matin. Ils ont pu s'élever jusqu'à 3500^m d'altitude, où ils se sont maintenus pendant plusieurs heures. La couronne à cette hauteur était plus apparente, et ses colorations, jaune

(1) D'après M. Cornu, on n'a pas cessé de les voir, même à Paris, au milieu de la brume intense de ces jours derniers, à travers la solution de violet d'aniline.

et rouge, plus intenses. La couleur jaune rosé du ciel était encore d'autant plus prononcée que le Soleil s'abaissait à l'horizon, et la surface des brumes elle-même, au lieu d'un blanc de neige, comme cela se présente habituellement, était d'une nuance safran très caractéristique. On voyait les sommets de nombreux petits nuages arrondis en émerger comme des îlots.

» Ces phénomènes lumineux confirment les précédentes observations qui ont été soumises à l'Académie; nous en présentons la description succincte, laissant à des maîtres plus compétents le soin de formuler les hypothèses qui peuvent en donner l'explication.

» Nous ajouterons que notre ascension du 23 octobre a offert quelques particularités remarquables, au point de vue de la superposition des courants aériens. Le vent de terre, jusqu'à l'altitude de 800^m, soufflait du sud-est au nord-ouest; à la surface supérieure des brumes, il y avait un contre-courant, se déplaçant dans une direction complètement opposée du nord-ouest au sud-est. Ce second courant n'avait pas une épaisseur de plus de 350^m. Au-dessus, il existait un troisième courant à peu près de même direction que le courant inférieur. Ces courants étaient de très faible vitesse, et notre aérostat a pu aller et venir au-dessus de Paris, dans des directions absolument contraires. »

M. Duponchel adresse une Note portant pour titre : « L'énergie solaire et les variations de l'aiguille aimantée. »

« Il résulte, dit l'Auteur, de la discussion des résultats d'observations recueillies depuis le milieu du XVIe siècle jusqu'à nos jours, que les variations séculaires de l'aiguille aimantée s'expliqueraient par l'action prépondérante d'une nouvelle planète ultra-neptunienne, la planète *Océan*, dont la durée de révolution serait de 467 ans environ. Cette planète a dû passer par les longitudes 80° et 260° vers 1580 et 1813, et doit se trouver aujourd'hui vers la longitude 314°, dans la constellation du Capricorne. »

M. Chapel adresse une Note relative à une coloration crépusculaire observée à Nantua dans la nuit du 19 au 20 octobre, entre 1^h et 3^h du matin.

M. A. Gérardin adresse une Note relative à l'emploi de l'acide hydrosulfureux comme décolorant.

Cet acide, qui a été découvert par M. Schützenberger, et qui se prépare aujourd'hui par centaines de kilogrammes, est employé avec avantage pour la détermination du titre oxymétrique des eaux altérées ou corrompues. Il produit des effets remarquables de décoloration, en agissant par réduction, à l'opposé du chlore et de l'oxygène, qui décolorent par oxydation. Cette propriété paraît susceptible d'importantes applications industrielles.

M. A. **Hureau de Villeneuve** adresse, par l'entremise de M. Marey, une Note relative à « l'eau distillée employée comme boisson. »

L'auteur s'attache à établir : 1° que le prix de l'eau distillée peut être considérablement réduit, en l'empruntant aux usines à vapeur; 2° qu'elle n'est ni désagréable au goût, ni difficile à digérer; 3° qu'elle contient généralement une quantité d'air suffisante; 4° que l'absence de sels calcaires est plutôt un avantage qu'un inconvénient.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. J.

ERRATA

(Séance du 13 octobre 1884).

Page 599, ligne 7 en remontant, *au lieu de* Steinhol, *lisez* Steinhof.

Page 600, ligne 9, *au lieu de* l'est, *lisez* l'ouest.

Pages 600 et 601, dans toutes les indications des pentes, *au lieu de* pour 100, *lisez* pour 1000.

Page 602, ligne 2, *au lieu de* Laverz, *lisez* Lowerz.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 NOVEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur le fonctionnement de l'équatorial coudé et observations de la planète* (244). Note de M. LŒWY.

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie trois observations de la planète (244), obtenues les 22, 23 et 24 octobre, à l'aide de l'équatorial coudé. Cet astéroïde a été découvert, le 14 octobre, par M. Palisa, à Vienne. C'est une planète télescopique d'une faiblesse extrême; sa grandeur est marquée par l'auteur de la découverte 13,5, et cette appréciation de l'éclat de l'astre a été confirmée ultérieurement par différents observateurs.

» Je saisis cette occasion pour rendre compte à l'Académie du fonctionnement de ce nouvel instrument, installé à l'Observatoire depuis plus de deux années. Pour juger de la valeur d'un semblable appareil, il faut l'examiner à plusieurs points de vue principaux :

» 1° La stabilité de sa construction mécanique;

» 2° Le pouvoir dédoublant ou séparateur de la lunette;

» 3° La quantité de lumière envoyée au foyer;

» 4° La facilité des manœuvres pour l'observateur;

» 5° La dépense nécessaire à la construction de l'instrument et au bâtiment qui le recouvre.

» *Stabilité.* — De nombreuses constatations ont été obtenues par l'étude des constantes de l'instrument. Je citerai, entre autres, l'expérience comparative suivante que j'ai exécutée. Ayant pointé une étoile avec le fil mobile en déclinaison, j'ai, pendant une demi-heure, fait manœuvrer rapidement la lunette à droite et à gauche, passant brusquement d'une position à une autre, différant de 180°, et, de retour à la position initiale, j'ai retrouvé, à quelques dixièmes de seconde près, le pointé primitif. Un pareil résultat semble bien difficile à obtenir avec un équatorial ordinaire. J'ai tenté la même opération avec l'équatorial de la tour de l'ouest, et la variation mesurée s'est trouvée beaucoup plus considérable. Cette stabilité, du reste, est une des causes fondamentales de la précision des résultats.

» Après une année consacrée à l'installation complète de l'instrument, les observations régulières ont été organisées, et, depuis environ dix mois, nous avons effectué, M. Obrecht, moi et le plus souvent M. Périgaud, des observations déjà en grande partie publiées; ce sont : 27 observations de nébuleuses non revues depuis William Herschel, 22 observations de petites planètes et 54 observations de comètes. C'est également à l'aide de cet appareil que MM. Cornu et Obrecht ont effectué leurs recherches expérimentales relatives à l'observation photométrique des éclipses des satellites de Jupiter. La comparaison des résultats obtenus avec les éphémérides révèle une précision qu'il est, je crois, difficile de dépasser.

» *Pouvoir dédoublant.* — Nous avons pu dédoubler, en présence de M. Newcomb, l'étoile ω Lion, dont les deux composantes sont à une distance de 0″, 5. Cette limite est celle indiquée par Foucault, pour le pouvoir séparateur d'un objectif de 0, 27, grandeur de l'objectif dont se trouve muni l'équatorial coudé.

» Des observations comparatives ont d'ailleurs montré que le pouvoir dédoublant de l'équatorial coudé est au moins égal, sinon supérieur, à celui de l'équatorial de l'ouest muni d'un objectif plus grand, c'est-à-dire d'environ $0^{m}, 31$.

» *Quantité de lumière transmise au foyer.* — Si l'on prend pour point de départ les objets célestes qu'on peut distinguer à l'œil nu, on peut

calculer la grandeur limite des astres qu'on apercevra avec une lunette de $0^{m},27$. L'œil nu, en admettant 7^{mm} pour la grandeur de la pupille, arrive à voir la nuit les étoiles de 6e grandeur. Partant de là et tenant compte de la réflexion et de l'absorption par le flint et le crown, on trouve que les étoiles de $13^{e}\frac{1}{2}$ grandeur, pour objectifs de 0,27, grandeur de l'objectif dont est muni l'équatorial coudé, constituent la limite; cette appréciation, confirmée par la pratique, ne doit cependant être considérée que comme une approximation; elle varie légèrement avec la pureté, la blancheur des verres, et dépend aussi de l'achromatisme de l'objectif.

» Les observations de la planète Palisa, de grandeur 13,5, que je présente aujourd'hui démontrent péremptoirement que la perte de lumière provenant de l'adjonction des deux miroirs est très faible, et que, conformément à la théorie, elle n'atteint environ que 0,12. Nous avons également observé des nébuleuses d'un très faible éclat, dont nous avons pu déterminer la position.

» Ce résultat n'a d'ailleurs rien qui doive surprendre. Un des miroirs se trouve dans l'intérieur du tube et constamment à l'abri de l'air. Après deux années d'usage, nous l'avons examiné et nous n'avons constaté aucune altération. Quant au miroir extérieur, qui n'est exposé à l'air qu'au moment de l'observation, il se conserve très bien à l'aide de quelques précautions, pendant les trois quarts de l'année, mais il se détériore quelquefois pendant l'hiver, à cause de l'humidité et de la gelée, de sorte qu'il n'a été jusqu'à présent nécessaire que de réargenter ce second miroir une seule fois par an, opération d'ailleurs peu coûteuse et facile à exécuter.

» Au reste, dans les nouveaux équatoriaux coudés en construction, cette réargenture ne sera plus nécessaire. Le grand miroir se trouvera, comme le petit, installé à l'intérieur du tube, et la réargenture ne deviendra nécessaire que tous les quatre ou cinq ans. On voit par ce qui précède que le léger inconvénient qui semble devoir résulter de l'emploi de deux miroirs supplémentaires n'exerce aucune influence sensible, et que d'ailleurs il se trouve largement compensé par d'autres avantages. En voici la raison :

» C'est un fait connu qu'avec le système ordinaire on ne gagne pas optiquement en proportion de l'agrandissement des objectifs; il est en effet pratiquement impossible de réaliser les conditions théoriques exigées pour la qualité des images au point de vue achromatique.

» Prenons, par exemple, un objectif de $0^m,20$: en lui donnant une distance focale de 3^m, on aura un achromatisme très satisfaisant.

» Pour mieux voir à l'aide d'un plus fort objectif et pouvoir se servir avec succès de plus forts grossissements, il faut nécessairement améliorer son achromatisme; or, pour atteindre ce but avec un objectif de $0^m,70$, il faudrait donner à l'instrument une distance focale égale à 3^m multipliés par le carré du rapport de deux diamètres des objectifs respectifs, c'est-à-dire $36^m,8$; ces chiffres indiquent suffisamment l'impossibilité matérielle de réaliser une pareille condition.

» Il faudrait en effet édifier une coupole de 40^m, un immense escalier de 20^m à 22^m et installer tout un mécanisme pour les déplacer à chaque instant. On peut juger de la dépense qu'entraîneraient de pareilles constructions et de la fatigue de l'observateur obligé de se déplacer à tout instant.

» En adoptant, comme on le fait, une longueur beaucoup plus faible, soit 14^m à 16^m, on porte une atteinte très grave à la netteté de l'image : le voile de couleur jeté sur celle-ci par le spectre secondaire produit un effet excessivement préjudiciable et dont on ne se rend pas suffisamment compte.

» Avec le nouveau système au contraire, on peut donner à la distance focale la longueur que l'on veut et obtenir parfaitement l'achromatisme voulu.

» La netteté que l'on gagne alors est bien supérieure à la petite altération provenant des miroirs. Je suis convaincu qu'en comparant deux instruments de $0^m,70$ d'ouverture, construits d'après les deux systèmes, les images données par le nouveau auront une netteté et une définition bien plus grandes que celles des images formées par l'ancien.

» Ce sont ces considérations qui m'ont fait dire, quoique cela puisse paraître de prime abord presque paradoxal, que l'instrument nouveau es optiquement plus parfait que l'équatorial ordinaire.

» *Facilité des manœuvres.* — Il suffit de jeter un coup d'œil sur l'instrument et sur les accessoires qui servent à le diriger, pour se convaincre de l'immense avantage qu'il offre sur les équatoriaux ordinaires avec lesquels l'astronome est astreint à exécuter les opérations les plus multiples et les plus fatigantes.

» *Dépenses et frais d'installation.* — Les coupoles monumentales, si chères à construire et qui coûtent environ deux fois le prix de l'instrument, se trouvent ici supprimées. Un simple cabane roulante de quelques mètres de hauteur suffit à abriter même le plus grand équatorial coudé.

» Les images ont été déjà examinées, et à des époques différentes, par une trentaine d'astronomes français et étrangers : MM. Foerster, Gruey, Hirsch, Perrotin, Stéphan, Trépied, Thollon, Trouvelot, et tous ont été frappés de la régularité des images.

» Permettez-moi maintenant de vous citer textuellement l'opinion de deux astronomes distingués et bien connus de l'Académie : M. le Dr Gill, directeur de l'observatoire du Cap de Bonne-Espérance, et M. Lockyer, qui tous deux ont examiné l'instrument en grand détail et qui en ont rendu compte à la Société royale astronomique de Londres.

» M. le Dr Gill s'exprime en ces termes :

« A Paris, j'ai été particulièrement intéressé par l'équatorial coudé de M. Lœwy ; j'étais très désireux de connaître la définition de cet instrument : elle dépend de deux réflexions sur deux miroirs plans.

» Il ne peut s'élever aucun doute sur l'avantage pratique de se trouver, par une nuit froide, installé dans une chambre confortable, au lieu de rester exposé aux intempéries dans un observatoire ordinaire.

» L'instrument est absolument stable ; quelle que soit la violence du vent, vous pouvez toujours observer d'une manière très aisée.

» Dans une belle nuit, vers 11^h, nous nous rendîmes à l'Observatoire et nous dirigeâmes la lunette sur ω lion, et je suis obligé de dire que je n'ai jamais constaté d'anneaux de diffraction mieux définis que dans cet instrument. Ils étaient parfaitement circulaires, et, au foyer, le disque stellaire était tellement net que je ne l'avais jamais vu ainsi jusqu'à présent. »

» M. Lockyer, à son tour, répond :

« Après ce qu'a dit le Dr Gill, il ne me reste à ajouter que peu de chose sur deux points.

» Je suis très heureux d'entendre l'opinion du Dr Gill sur l'équatorial coudé, car je dois dire que je pense que c'est un des instruments de l'avenir. Je dis ceci parce que j'ai vu dans les ateliers des frères Henry un miroir de 40 pouces de diamètre, ce que quelques opticiens anglais ont cru impossible d'exécuter; il est terminé et est aussi parfait que le miroir dont se sert aujourd'hui M. Lœwy pour son instrument.

» S'il était question de monter un télescope de 27 ou 28 pouces, je voudrais le faire construire comme l'équatorial coudé, et pour une raison que le Dr Gill n'a pas indiquée, raison toute matérielle et budgétaire.

» Si l'on faisait les instruments d'après le plan ordinaire, le bâtiment et la coupole pour cet instrument coûteraient environ 20000 livres sterling, de sorte que, si vous avez votre équatorial coudé de 27 pouces, quel que soit le prix qu'il coûte, vous économisez 20000 livres sterling, ce qui n'est pas à dédaigner ; car il arrive aussi de temps en temps en Angleterre que l'on éprouve quelques difficultés à se procurer de l'argent pour un but scientifique.

» Si l'on peut réduire les frais d'installation des bâtiments à quelques centaines de livres sterling seulement, il est alors permis de ne pas regarder de si près à la perfection des anneaux de diffraction. »

» Il nous reste à exprimer le vif regret de n'avoir pas aujourd'hui les moyens de construire un puissant équatorial coudé et de fournir ainsi d'une manière complète la preuve de la valeur de ce système, convaincu que je suis, je le répète, qu'au point de vue purement optique même, cette lunette l'emporterait, à cause de l'achromatisme supérieur, sur un équatorial ordinaire de même ouverture.

» Jusqu'à présent, il n'a pas été possible, dans les grands instruments, en augmentant dans un certain rapport les objectifs, d'accroître dans le même rapport leurs qualités optiques; avec le nouveau système et pour la première fois, il sera permis de réaliser cette condition si recherchée, si essentielle. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la planète* (244), *faites à l'Observatoire de Paris* (*équatorial coudé*); par MM. **Lœwy** et **Périgaud.**

Dates. 1884.	Étoiles de comp.	Grandeur.	Ascension droite. Astre — ★.	Ascension droite. Log. fact. par.	Déclinaison. Astre — ★.	Déclinaison. Log. fact. par.
			m s		′ ″	
Oct. 22......	a	8,9	−0.40,97	$\bar{2}$,689$_n$	− 5.20,0	0,716
23......	a	8,9	−1.34,49	$\bar{1}$,137$_n$	−12.45,0	0,722
24......	b	7,8	−3.16,75	$\bar{1}$,019$_n$	+ 6. 8,9	0,725

Positions des étoiles de comparaison.

Dates. 1884.	Étoiles de comp.	Ascension droite moyenne pour 1884,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne pour 1884,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s		° ′ ″		
Oct. 22 et 23..	a 4260 Lal.	2.11.49,42	+4,24	+12.53.36,0	+16,7	1 Obs. mérid.
24.......	b 4282 Lal.	2.12.34,05	+4,24	+12.27.19,6	+16,7	7 Obs. mérid.

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.	Nombre de comparaisons.
	h m s	h m s	° ′ ″	
Oct. 22....	11.36.11	2.11.12,69	+12.48.29,9	3
23....	10.38. 4	2.10.19,17	+12.41. 9,6	3
24...	10.53.51	2. 9.21,54	+12.33.29,5	3

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Première étude sur la parallaxe du Soleil.* Note de M. **Bouquet de la Grye.**

« J'ai présenté, le 9 juin de cette année, à l'Académie un essai sur la forme de Vénus, résultant des premières mesures des plaques photographiques obtenues au Mexique par mon collaborateur M. F. Arago.

» Des mensurations du même ordre ont été également faites par cet officier et par moi sur le disque solaire, et les résultats des calculs que je viens de terminer me paraissent devoir être signalés à l'Académie.

» Je note encore ici qu'il s'agit d'un premier aperçu, que les mesures et les calculs complets n'ont encore porté que sur une cinquantaine de plaques, tandis que, rien que pour la station de Puebla, M. Arago en a obtenu plus de trois cents. Mais il importait de vérifier la praticabilité d'une méthode proposée l'an dernier et, avant de se lancer dans la mesure d'un millier de plaques, d'avoir une notion exacte sur les résultats auxquels pourrait conduire un travail d'aussi longue haleine.

» Voici l'ordre dans lequel nous avons opéré.

» Chacune des lunettes photographiques portait à son foyer un réseau de fils d'araignée qui, agrandi, venait se projeter sur les épreuves.

» Ce réseau a tout d'abord été mesuré à plusieurs reprises au moyen de l'instrument de Brunner, prêté par la Faculté de Lyon, et chaque intersection a été rapportée à deux axes médians idéaux, déterminés par les origines des fils du milieu, que nous avons supposées stables.

» Cinquante-six plaques photographiques, espacées régulièrement du commencement à la fin du passage, ont été mises successivement sur la machine.

» Les cinquante-deux intersections de chaque plaque ont été pointées plusieurs fois, par deux observateurs différents, et la comparaison de la moyenne de ces chiffres avec ceux donnés par le réseau direct a fourni une notion absolument précise de la déformation de l'image produite par le véhicule de l'appareil photographique.

» Cette déformation est considérable : elle dépasse 180^{μ} ou $+3''$ sur un des côtés de la plaque, et n'affecte en aucune façon la forme circulaire. Les *lignes de niveau* des corrections sont d'ailleurs régulières tant en x qu'en y, et leur seule inspection montre que l'on ne pourrait arriver à rien si l'on n'en tenait compte.

» En comparant ensuite chaque plaque isolée à la moyenne générale,

on a eu la correction afférente à cette plaque, c'est-à-dire celle fournie par le mouvement de la gélatine sous l'influence des bains.

» On a pu vérifier ainsi que ces erreurs accidentelles sont très faibles, que le diamètre du Soleil varie peu lui-même; bref, que l'on peut avec deux corrections, l'une uniforme, l'autre particulière, tenir compte à la fois des déformations du véhicule, des altérations de la gélatine et des différences entre les échelles de la machine elle-même en x et en y.

» Entre temps, on a vérifié aussi que les flèches des fils d'araignée n'ont point varié sur les épreuves, du commencement à la fin du passage, c'est-à-dire sous diverses inclinaisons.

» Chaque contour du Soleil sur les plaques a été alors étudié au moyen de 72 pointés donnant des x et des y, et cela à deux reprises différentes; puis les ordonnées ont reçu les corrections indiquées ci-dessus et en plus celles relatives à la réfraction.

» Après avoir ramené tous ces chiffres au réseau médian idéal qui a servi de base au quadrillage et aux mesures antérieures de Vénus, on les a introduits dans 72 équations de condition du second degré représentant une ellipse rapportée à des axes verticaux passant près de son centre. La résolution de ces équations a fourni alors les coordonnées de ce centre, les grands et les petits axes de l'ellipse et l'inclinaison du premier sur la ligne idéale des x, qui diffère peu de l'équateur.

» Chacun de ces calculs a été répété sur chacune des séries de mesures. Il en avait d'ailleurs été fait autant pour Vénus.

» En ce qui concerne la forme même du Soleil, voici les premiers résultats auxquels nous sommes arrivés, en partageant les plaques en cinq groupes successifs, de dix chacun; nous donnons ici le demi-grand axe du Soleil et la demi-différence entre le grand et le petit axe, ainsi que l'inclinaison du grand axe sur l'équateur.

Groupes.	Bouquet de la Grye.			Arago.		
	″	″	° ′	″	″	° ′
1.........	977,47	0,93	+15.21	975,00	0,76	+21.53
2.........	975,36	1,10	+21.58	975,04	0,84	+27.33
3.........	975,45	1,41	+ 8. 9	975,07	0,82	+ 0.21
4.........	975,56	0,81	+19.36	975,32	0,62	+20.35
5.........	975,61	0,77	+ 8.55	975,40	0,50	+ 9.55
Moyenne.	975,53	0,82	+14.48	975,38	0,58	+16. 1

» Il est entendu que la moyenne générale, de même que les moyennes

partielles, résultent de la sommation des équations et non de résultats particuliers ayant des poids inégaux.

» Les différences entre les chiffres donnés par les deux observateurs tiennent d'ailleurs au mode personnel de mensuration dont j'ai parlé à propos de Vénus.

» Si nous comparons les rayons solaires polaires des plaques à ceux donnés par les éphémérides, nous avons :

Tables	974″,66
Bouquet de la Grye	974,71
Arago	974,80

» Les différences sont d'un ordre tel, que l'on peut à la fois affirmer que les erreurs d'échelle n'introduiront pas une différence de $\frac{1}{100}$ de seconde dans la parallaxe et aussi qu'il y a une coïncidence suffisante entre ce que l'œil perçoit directement et l'impression lumineuse laissée sur une plaque sensibilisée au gélatinobromure (1).

» Arrivons à la mesure de la parallaxe.

» Comme nous ne pouvions disposer actuellement, par suite de l'absence momentanée des chefs des missions françaises australes, que des seuls éléments relatifs à la station de Puebla, nous avons achevé nos calculs en prenant les coordonnées du centre de Vénus obtenues antérieurement, en les corrigeant de la réfraction relative et de la déformation du véhicule, et nous avons pu ainsi arriver à une suite de valeurs des distances des centres des deux astres appelées D_0 dans les formules données par M. Puiseux, par opposition aux termes D_p qui représentent les distances tirées des éphémérides et relatives à la parallaxe provisoire 8″,86.

» J'ai pu ainsi établir quarante-six équations de condition de la forme

$$(A\cos\Lambda\cos L + B\sin\Lambda\sin L + C\sin\Lambda)\,d\pi + \cos\delta\,d\alpha + \sin\delta\,d\beta - \frac{dD}{dt}\,dL = D_0 - D_p$$

(1) L'aplatissement du Soleil résultant de ces premières mesures est supérieur au chiffre donné par la formule de Clairaut et à celui déduit par Airy de nombreuses mesures directes; il peut toutefois être expliqué, dans le cas actuel, par une activité anormale de la région équatoriale du Soleil, activité manifestée par la présente de plusieurs taches et qui étendrait l'impression lumineuse équatoriale plus loin que celle de la région polaire. On pourrait encore admettre dans une certaine mesure une erreur dans la correction de la déformation du véhicule. Toute conclusion relative à l'aplatissement devra être différée jusque après l'achèvement des mesures des plaques de toutes les stations.

en donnant à ces lettres la signification qui leur a été assignée dans les *Additions* à la *Connaissance des Temps* de 1875, 1876, 1878.

» En éliminant ensuite entre ces équations les inconnues dL et $d\alpha$, ce qui entraîne la disparition de $d\beta$, on arrive à trouver pour $d\pi$ la valeur $-0'',20$, ce qui amène une parallaxe de $8'',66$ avec une erreur moyenne de $0'',08$.

» Ce résultat d'un premier essai me paraît devoir encourager la continuation des mesures. En effet, il reste encore deux cent cinquante plaques à placer sur la machine, rien que pour la station de Puebla; comme les premières ont été prises au hasard, il y a toute chance pour que l'approximation finale descende à $0'',02$ comme erreur probable.

» De plus, le coefficient moyen de $d\pi$ n'est que de 0,3 par équation, tandis qu'il deviendrait cinq fois plus grand si l'on pouvait combiner une distance obtenue dans une station nord avec une obtenue au sud, pour faire disparaître les inconnues $d\alpha$ et $d\beta$.

» On peut donc conclure de cette première approximation que l'on aura toute chance d'avoir une parallaxe définitive avec les seules mesures des plaques des Missions françaises de 1882.

» A côté de ces premiers résultats, je dois placer sous les yeux de l'Académie ceux qui ont pour base les observations directes des deuxième et troisième contacts.

» J'ai pris ici comme représentant les heures vraies des contacts, soit la moyenne de toutes les observations si l'on avait utilisé les prismes pour répéter les contacts, soit l'heure unique dans le cas où l'on aurait eu un seul chiffre et point de goutte, ni d'anneaux, soit enfin l'heure du contact géométrique, corrigée de la diffraction, dans le cas le plus défavorable, et qui a été d'ailleurs rare, en m'appuyant sur les données et les chiffres consignés dans le Mémoire de M. André.

» Chacune des valeurs ci-dessous représente la combinaison entre les équations fournies par un observateur d'une station nord et un observateur d'une station sud; à côté se trouvent les poids de chaque parallaxe provenant à la fois du coefficient de $d\pi$ et du nombre de contacts obtenus.

Parallaxe.	Poids.
8,843	41,04
8,768	93,80
8,812	22,22
8,747	16,10
8,845	18,75

Parallaxe.	Poids.
8,772	87,50
8,695	147,00
8,753	78,50
8,660	70,00
8,784	81,60
8,813	41,04
8,741	93,60
8,776	17,50
8,716	16,49
8,818	18,70
8,867	34,99
8,789	81,60
8,839	19,00
8,756	14,00
8,860	16,35

» La moyenne brute de toutes ces parallaxes est 8,783, et, en introduisant les poids, on a 8,76 avec une approximation apparente de $\frac{1}{100}$ de seconde.

» Cette série de chiffres laisse bien loin derrière elle comme exactitude ce qu'avaient donné les observations antérieures, et l'introduction de quelques nouveaux éléments modifiera peu, à ce que je crois, le chiffre final. Nous pouvons toutefois émettre un doute sur la vérité absolue de cette approximation à un centième de seconde, qui d'ailleurs autoriserait à suspendre toute mesure ultérieure de plaques. Dans la méthode de Halley, on admet que le Soleil et Vénus sont vus partout sous un même angle. Or le Mémoire de M. André, aussi bien que la discussion même des observations de 1882, montre qu'il n'en est rien. Si l'observateur a laissé venir jusqu'à son œil trop de lumière, la diffraction augmente le diamètre du Soleil, diminue celui de Vénus; si le cas inverse se présente, on a une autre cause d'erreur, moins préjudiciable, il est vrai, mais encore très sensible. Il fallait donc se maintenir entre deux écueils, et cela devenait d'autant plus délicat et plus difficile que la pureté du ciel était plus grande.

» L'emploi des prismes, heureusement préconisé par M. Fleuriais, a bien augmenté les chances en dédoublant encore la lumière admise au travers de l'argenture de l'objectif; mais les lunettes de 6 pouces n'en étaient point pourvues, et tous les observateurs d'ailleurs n'ont pu les utiliser complètement.

» Le chiffre auquel nous sommes arrivés doit donc encore être tenu comme suspect.

» Les mesures photographiques ne me semblent point apporter un pareil aléa, et elles se prêtent d'ailleurs à des comparaisons de divers ordres. On pourra avoir pour chaque station une parallaxe directe de hauteur; puis, en combinant les stations nord avec celles du sud, des chiffres basés sur les distances minima des centres des deux astres; enfin, dans toutes les plaques que nous avons mesurées, au nombre de cent vingt-six, nous avons pu obtenir les coordonnées de plusieurs taches qui présentent entre elles des distances supérieures au rayon du Soleil; c'est un moyen indirect d'avoir de nouvelles valeurs d'angles de position ou de distances qui fourniront peut-être les résultats les plus exacts.

» J'espère, en terminant, que l'Académie voudra bien s'intéresser à la continuation de ce travail de mesures, que j'ai entrepris avec l'assentiment de la Commission du passage de Vénus. »

PHYSIOLOGIE. — *Études sur la marche de l'homme au moyen de l'odographe;* par M. Marey.

« Les études que j'ai entreprises à la *Station physiologique* sur la locomotion de l'homme doivent conduire à des applications pratiques; en voici quelques-unes. Dans les marches militaires, par exemple, il serait important de savoir quelles sont les conditions les plus favorables pour que les soldats fournissent avec le moins de fatigue possible une longue étape ou bien parcourent rapidement une certaine distance.

» A cet égard, rien n'est indifférent : l'expérience montre que le rythme commandé au soldat par le tambour ou le clairon, que la forme de ses chaussures ou la charge qu'il porte imposent à son pas une certaine longueur et modifient ainsi la vitesse de l'allure. D'autre part, la taille d'un homme, la longueur relative de son pied et de sa jambe influent sur sa façon de marcher. Enfin, l'exercice méthodiquement dirigé modifie rapidement les aptitudes du marcheur, et il est du plus haut intérêt d'estimer d'une manière précise les résultats obtenus et de mesurer le progrès accompli.

» Ces mesures ne sauraient être prises dans une marche d'ensemble où chaque homme, se conformant à l'allure des autres, prend une sorte de pas moyen qui n'est pas le sien propre. C'est donc par une série d'observations individuelles faites sur un grand nombre de marcheurs qu'on doit arriver

à des déterminations précises. Et comme pour l'observation de chaque individu il faut opérer sur un parcours assez long, l'observateur qui entreprendrait une pareille étude devrait y consacrer un temps énorme et se condamner à la besogne fastidieuse de pointer au chronomètre l'instant du départ et celui de l'arrivée, de compter, sans commettre d'erreur, le nombre des pas effectués dans chacune des épreuves successives. C'est pourquoi il m'a paru indispensable de chercher une disposition mécanique capable d'enregistrer automatiquement toutes ces observations, ne laissant au physiologiste que la tâche de tracer le plan des expériences à faire et d'en interpréter les résultats.

» Il s'agit d'abord d'inscrire les espaces parcourus en fonction du temps. Un instrument que j'ai présenté il y a quelques années, l'*odographe*, se prête fort bien à cet usage. Le principe en est fort simple : sur un cylindre qui tourne d'un mouvement uniforme, au moyen d'un appareil d'horlogerie, on étend un papier divisé millimétriquement. D'autre part, un style qui se meut en ligne droite, parallèlement à la génératrice du cylindre, trace sur le papier et s'avance d'une quantité constante pour chaque unité de chemin parcouru.

» Dans sa disposition primitive, l'odographe s'adaptait aux voitures et chaque tour de roue (représentant un chemin toujours égal) provoquait un petit mouvement de progression du style.

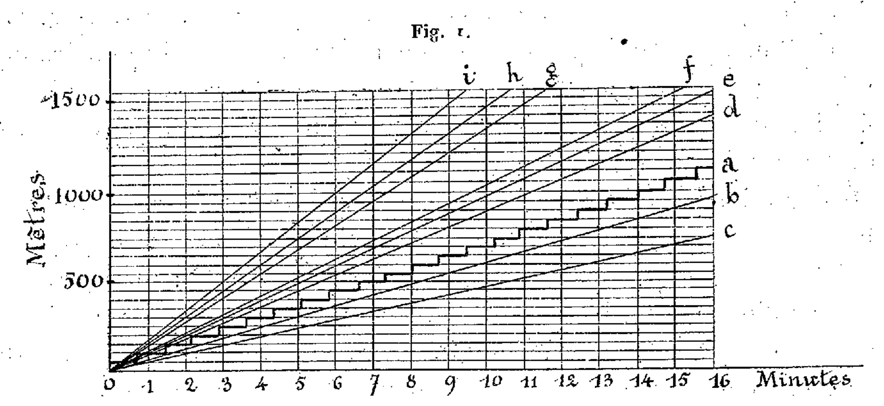
» D'après cette disposition, on conçoit que la ligne tracée au bout d'un certain parcours était plus ou moins inclinée sur l'axe des abscisses, suivant la vitesse du véhicule; elle était droite si cette vitesse s'était maintenue uniforme, courbée en sens divers s'il y avait eu des accélérations ou des ralentissements, et dans ce cas, la tangente à l'un des points de la courbe exprimait la vitesse de l'allure à l'instant correspondant.

» Une modification dut être apportée à l'odographe puisque la progression du style devait s'effectuer, non plus à chacun des tours d'une roue, mais chaque fois qu'un marcheur aurait parcouru un certain nombre de mètres. Comme le champ d'expériences est une piste circulaire et horizontale de 500^{m} de circonférence, j'établis autour de cette piste une ligne télégraphique dont les poteaux sont distants de 50^{m}, et j'adaptai à chacun de ces poteaux un interrupteur du courant. Chacune des interruptions se produit au moment où le marcheur a parcouru 50^{m}; elle provoque un petit mouvement du style de l'odographe qui est placé au loin dans une chambre.

» La *fig.* 1 montre en *a* un des tracés obtenus; comme la progression

du style est intermittente et ne se produit qu'au passage du marcheur devant un des poteaux, la ligne tracée est formée d'une série d'inflexions en forme d'escalier dont toutes les marches auraient une hauteur constante (un millimètre), car cette hauteur correspond à un chemin constant (50^m), mais dont la profondeur, horizontalement comptée, varie avec la vitesse de

Fig. 1.



a, tracé de l'odographe; homme marchant au rythme de 60 pas à la minute.
b, tracé réduit à une droite, homme marchant au rythme de 60 pas avec une surcharge de 20^{km}.
c, *d*, *e*, *f*, même sujet, rythmes 40, 70, 80, 85.
g, *h*, *i*, courses de résistance de différents sujets.

l'allure, c'est-à-dire avec le temps employé pour parcourir 50^m. Pour estimer la durée absolue d'une expérience, il faut savoir que la rotation du cylindre entraîne le papier avec une vitesse de $0^m,30$ à l'heure, soit $0^c,5$ par minute.

» Afin de simplifier la représentation des tracés, on peut remplacer la ligne sinueuse par une courbe qui en joindrait tous les angles saillants par en haut ou par en bas. C'est ainsi que sont représentées les courbes des autres expériences *bcde...i*.

» Cette disposition expérimentale suffit déjà pour un certain nombre d'études : elle permet, par exemple, de déterminer pour chaque individu son allure propre, c'est-à-dire le temps qu'il met à parcourir un ou plusieurs kilomètres à son pas habituel. On voit que, chez certains sujets, la marche est d'une étonnante uniformité, tandis que chez d'autres elle s'accélère sensiblement pendant les premiers quarts d'heure, puis se ralentit peu à peu sous l'influence de la fatigue.

» D'autres fois, il s'agit de comparer, au point de vue de la vitesse ou du fond, des marcheurs ou des coureurs différents. Il n'est pas besoin de faire marcher ou courir ensemble ces différents individus, comme cela se pratique dans les épreuves ordinaires où l'amour-propre supplée souvent

aux aptitudes physiques. Mais on recueille pour chacun de ces sujets sa feuille odographique et l'on peut faire à un moment quelconque la comparaison des tracés. On voit sur la *fig.* 1, en *g*, *h*, *i*, trois tracés qui montrent que des sujets différents ont fait en courant trois tours de piste, soit $1^{km},5$, l'un en $9^m 25^s$, l'autre en $10^m 35^s$, le troisième en $11^m 34^s$.

» J'ai constaté par des expériences analogues l'influence favorable que des talons bas exercent sur la rapidité de la marche, et j'ai observé sur certains sujets que l'allure est plus rapide quand la semelle est un peu longue, que si la chaussure est plus courte.

» Enfin, s'il s'agit d'apprécier l'influence que le rythme exerce sur la vitesse de la marche ou de la course, il faut ajouter aux appareils ci-dessus décrits un instrument capable de régler ce rythme avec une grande précision.

» Je me sers pour cela d'un timbre électrique actionné par un pendule à longueur variable. Ce timbre sonne au milieu de la piste en un lieu élevé, de manière que le marcheur l'entende distinctement. Rien n'est plus facile que de régler son allure sur le rythme du timbre, et comme on sait exactement le nombre des battements du pendule par minute, on en déduit le nombre de pas effectués dans le temps employé à faire un tour de piste, c'est-à-dire 500^m. De cette mesure ressort à son tour celle de la longueur moyenne du pas (1).

» Cherchons d'abord quelle est l'influence d'un rythme plus ou moins accéléré sur la vitesse de l'allure.

» Nous convenons, par exemple, que, à chaque sonnerie du timbre, le pied droit frappera sur le sol; on aura donc fait, en un tour de piste, autant de doubles pas qu'il y a eu de coups du timbre. En commençant par un rythme lent, 40 coups à la minute, et en accélérant le rythme dans une série d'expériences successives, de manière à faire 45, 50, 55, ... doubles pas à la minute, on voit que le temps nécessaire à parcourir un même chemin change d'une expérience à l'autre. Or le rapport de la vitesse au rythme de la marche est assez compliqué.

» Les frères Weber avaient cru pouvoir formuler comme une loi que

---

(1) En effet, supposons que la marche soit faite au rythme de 65 doubles pas à la minute, et que 1000^m aient été parcourus en $9^m 22^s$. Le nombre des pas sera $\left(9 + \frac{22}{60}\right) \times 65 = 609$ pas doubles. Or, si 1000^m correspondent à 609 pas doubles, chaque double pas aura pour longueur $1^m,67$.

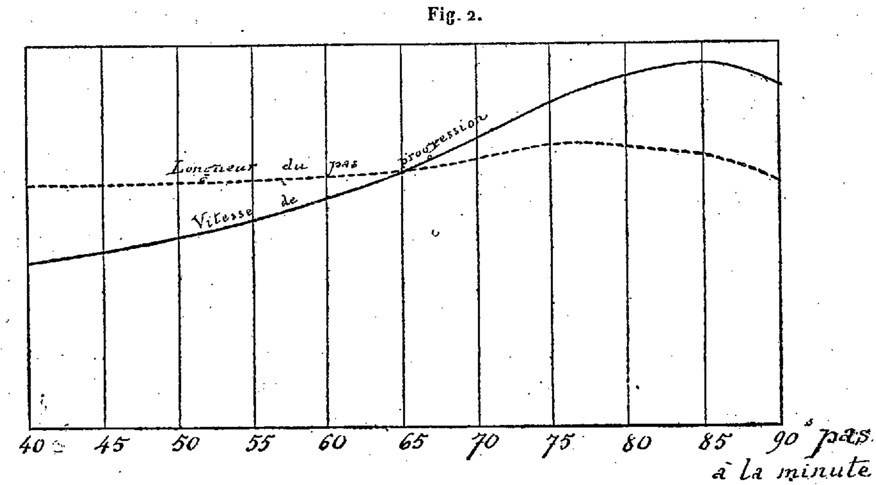
les pas sont d'autant plus longs que le rythme de la marche est plus rapide; mais cette formule est trop générale, ainsi qu'on va le voir par l'expérience suivante.

» On a fait à chaque épreuve trois tours de piste, afin d'obtenir avec plus d'exactitude la longueur du pas moyen [1]. Le Tableau ci-dessous montre que, à partir d'une certaine fréquence du rythme, la vitesse, qui s'était d'abord accrue, commence à diminuer et que le pas, dont la longueur avait d'abord augmenté, est devenu plus court :

Nombre de secondes employées à parcourir 1542m.	Rythme ou nombre de doubles pas à la minute.	Nombre des pas dans 1542m.	Longueur du pas double.
m s s			m
20.30 = 1230	60	1135	1,35
18.40 = 1120	65	1120	1,37
16.27 = 987	70	1062	1,45
14.38 = 878	75	1013	1,51
13.52 = 832	80	1024	1,50
13. 3 = 783	85	1034	1,49
14. 1 = 841	90	1164	1,32

» On peut rendre plus claire la signification de ce Tableau en construi-

Fig. 2.



Courbes de la vitesse de la marche et de la longueur du pas en fonction du rythme de l'allure.

sant les courbes de la vitesse de l'allure et de la longueur du pas en fonction

---

(1) L'espace réellement parcouru était de 1537m,6, ce qui tient à ce que la marche ne s'effectuait pas dans l'axe de la piste, dont la longueur est de 500m, mais à sa circonférence extérieure.

du rythme de la marche. La *fig.* 2 montre bien cette relation. On y voit :

» 1° Que la longueur du pas s'accroît peu jusqu'au rythme 65, à partir duquel le pas s'allonge jusqu'au rythme 75, où il décroît ;

» 2° Que la vitesse de la marche augmente avec l'accélération du rythme jusqu'à 85 pas à la minute; à partir de ce chiffre, l'accélération du rythme ralentit la marche.

» Ainsi il y a une limite, à déterminer par l'expérience, limite à partir de laquelle il n'y a que désavantage à presser la mesure du tambour ou du clairon qui règle le pas du soldat. Sur ce point comme sur beaucoup d'autres, il faudra des expériences répétées pour déterminer les conditions les plus favorables à l'utilisation des forces humaines.

» Quant à l'interprétation physiologique des influences qui modifient la vitesse de l'allure ou la longueur du pas, elles ressortent déjà assez clairement de l'analyse photographique du mouvement du marcheur. Mais il y a tout avantage à ajourner cette interprétation jusqu'à ce que les expériences dont je viens de tracer le programme soient terminées. »

PALÉONTOLOGIE. — *Nouvelle Note sur les Reptiles permiens;* par M. **A. Gaudry**.

« Les rognons en sphérosidérite du permien de Lébach, dans la Prusse rhénane, sont bien connus des paléontologistes par les agréables surprises qu'ils leur ménagent; en les cassant, on y trouve quelquefois un *Archegosaurus*. M. Defrance, directeur des Mines et Usines de cuivre de Vigsnaes, à Anvers, vient de donner au Muséum une importante collection de ces rognons du permien.

» Un des échantillons me semble particulièrement intéressant : c'est une portion de colonne vertébrale d'un très grand individu (*Archegosaurus latirostris?*), dont les côtes sont restées à peu près dans leur position naturelle. Les arcs neuraux des vertèbres avec leur neurépine, leurs zygapophyses et leurs diapophyses sont bien reconnaissables; plusieurs des hypocentrum se laissent distinguer; les pleurocentrum sont moins nets. Au-dessous des vertèbres, on voit des côtes qui se dirigent en arrière, sont rétrécies d'abord, puis s'élargissent beaucoup vers les parties latérales du corps, formant des lames qui se recouvraient les unes les autres sur leur bord.

» La pièce trouvée par M. Defrance nous aide à comprendre les côtes singulières de l'*Euchirosaurus* et de l'*Actinodon*. Ces côtes, qui devaient

sans doute s'attacher seulement aux diapophyses des vertèbres, sont d'abord rétrécies; puis, en se courbant, elles s'élargissent vers la partie latérale du corps, formant des lames dont les bords devaient se toucher et peut-être même se recouvrir un peu. Elles ont en arrière un crochet qui pourrait être l'homologue, mais non l'analogue de l'apophyse récurrente des Oiseaux, des Crocodiles et de l'*Hatteria*. Ces côtes se distinguent de celles de la pièce trouvée par M. Defrance, parce qu'elles se continuent en se rétrécissant sur le côté ventral; il n'y a pas lieu de s'étonner de cette différence, attendu que l'*Euchirosaurus* est un animal dont la colonne vertébrale est dans un état d'ossification plus avancé que chez l'*Archegosaurus*.

» M. Roche a rencontré à Igornay, dans les mêmes lits que l'*Euchirosaurus*, de longues lames terminées en pointe. Peut-être représentent-elles des côtes abdominales ossifiées qui s'attachaient à l'extrémité ventrale des côtes dorsales; mais, comme elles ont été trouvées isolément, je ne veux rien assurer à leur égard.

» Grâce à M. Oscar Fraas, j'ai pu examiner la curieuse collection de Labyrinthodontes du Musée de Stuttgart. Je n'y ai pas vu de côtes semblables à nos échantillons d'*Euchirosaurus*, d'*Actinodon* et à ceux de la grande pièce de M. Defrance. Les côtes des Labyrinthodontes du trias que j'ai examinées ressemblent à celles des *Archegosaurus* ordinaires, connus sous le nom d'*Archegosaurus Decheni*.

» Si l'on se rappelle que, outre ses côtes très spéciales, l'*Euchirosaurus* avait une cuirasse ventrale, flexible, faite de fortes écailles ganoïdes, que ses vertèbres avaient des apophyses épineuses avec de grandes avances latérales, telles qu'on n'en connaît encore dans aucun autre animal, et des facettes articulaires qui permettaient à l'arc neural de se mouvoir un peu sur le centrum, on peut croire qu'il a eu de très puissants mouvements de latéralité, grâce auxquels il rampait rapidement sur son ventre bien cuirassé. Je suppose que c'était un reptile par excellence, bien différent des Dinosauriens, reptiles qui ne rampaient point. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. Lagrange, qui a présenté, le 29 octobre 1883, treize cartons de plans relatifs aux recherches de son frère, M. *Emmanuel Lagrange*, sur l'électromagnétisme, soumet au jugement de l'Académie, par l'entremise

de M. le Ministre de l'Instruction publique, vingt nouveaux documents sur les mêmes travaux.

L'ensemble de ces Communications est renvoyé à l'examen de la Section de Physique, à laquelle M. Jamin est prié de s'adjoindre.

M. A. **Netter** adresse, par l'entremise de M. Richet, une Note intitulée : « Nouvelles preuves cliniques sur le traitement du choléra par l'administration, coup sur coup, d'énormes quantités de boissons aqueuses ».

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

M. Ch. **Pigeon** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur la diarrhée de la période prodromique du choléra. »

(Renvoi au Concours du prix Bréant.)

M. Ed. **Lœwenthal** adresse, pour le Concours du prix Bréant, un Mémoire intitulé : « La vérité sur le choléra, la petite vérole, la phtisie, la fièvre typhoïde, etc., et leur guérison. »

(Renvoi à la Commission du prix Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le numéro de janvier 1884 du *Bullettino* publié par M. le prince Boncompagni. Ce numéro contient : 1° une Notice de M. *Enrico Narducci* sur le Traité de la sphère de Bartolomeo da Parma, astronome du XIIIe siècle, et sur les autres écrits du même auteur; 2° la première et la seconde Partie du Traité de la sphère de Bartolomeo da Parma;

2° Un Ouvrage de M. *Alph. Guérin* ayant pour titre : « Du pansement ouaté et de son application à la thérapeutique chirurgicale ». (Présenté par M. Richet.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les nombres complexes.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Les remarquables travaux de M. Sylvester sur les matrices ont attiré de nouveau l'attention dans ces derniers temps sur les nombres complexes analogues aux quaternions de Hamilton. Le problème des nombres complexes se ramène facilement au suivant :

» *Trouver tous les groupes continus de substitutions linéaires à n variables dont les coefficients sont des fonctions linéaires de n paramètres arbitraires.*

» Si un pareil groupe se réduit à un faisceau, les nombres complexes correspondants seront à multiplication commutative, et réciproquement.

» Voici maintenant quelques-uns des résultats auxquels on peut arriver par cette considération.

» Convenons d'écrire les coefficients d'une substitution quelconque sous la forme d'un Tableau à double entrée. Nous trouverons d'abord que les faisceaux qui donnent naissance à des nombres complexes à multiplication commutative rentrent tous dans des types analogues à ceux qui suivent, pourvu que les variables soient convenablement choisies.

$$\begin{vmatrix} a & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & b & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & d & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} a & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b & a & 0 & 0 & 0 \\ c & b & a & 0 & 0 \\ d & c & b & a & 0 \\ e & d & c & b & a \end{vmatrix},$$

$$\begin{vmatrix} a & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b & a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & d & c & 0 \\ 0 & 0 & e & d & c \end{vmatrix}, \quad \begin{vmatrix} a & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b & a & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & c & 0 & 0 \\ 0 & 0 & d & c & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & e \end{vmatrix},$$

a, b, c, d, e désignant cinq paramètres arbitraires.

» Si l'on considère ensuite un groupe donnant naissance à des nombres complexes à multiplication non commutative, et une substitution quelconque S de ce groupe; si l'on forme l'équation aux multiplicateurs de cette substitution (équation aux racines latentes des matrices de M. Sylvester), cette équation aura toujours des racines multiples.

» De plus, les substitutions d'un pareil groupe ne pourront pas être toutes paraboliques.

» Supposons maintenant que les variables aient été choisies de telle sorte qu'une substitution S du groupe, non parabolique, soit ramenée à la forme canonique

$$(x_1, x_2, \ldots, x_n; \lambda_1 x_1, \lambda_2 x_2, \ldots, \lambda_n x_n).$$

» D'après ce que nous venons de voir, les λ ne pourront pas être tous distincts.

» Supposons qu'il y ait p valeurs distinctes de λ que nous appellerons $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_p$. Nous diviserons les n variables en p systèmes :

$$x_{11}, x_{12}, \ldots, x_{1\alpha}; x_{21}, x_{22}, \ldots, x_{2\beta}; \ldots; x_{p1}, x_{p2}, \ldots, x_{p\varkappa},$$

où

$$\alpha + \beta + \ldots + \varkappa = n,$$

et nous supposerons que la substitution S s'écrive sous la forme

$$(x_{ik}, \lambda_i x_{ik}),$$

le multiplicateur étant ainsi le même pour toutes les variables d'un même système. Cela posé :

» 1° La substitution

$$(x_{ik}, \mu_i x_{ik})$$

fera partie du groupe quelles que soient les valeurs des p multiplicateurs $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_p$;

2° Écrivons le Tableau à double entrée des coefficients d'une substitution quelconque du groupe, en conservant les mêmes variables dont il vient d'être question.

» Dans ce Tableau, séparons par des traits verticaux les α premières colonnes, puis les β suivantes, etc., puis les $\varkappa$ dernières. Séparons de même par des traits horizontaux les α premières lignes, puis les β suivantes, etc., puis les $\varkappa$ dernières. Nous avons partagé nos coefficients en p^2 systèmes. Si l'on choisit convenablement les n paramètres arbitraires en fonctions desquels tous les coefficients du groupe s'expriment linéairement, un quelconque d'entre eux ne pourra entrer que dans les coefficients *d'un seul* des p^2 systèmes.

» Il résulte de là :

» 1° Ou bien que les coefficients d'un des p^2 systèmes sont tous nuls :

c'est ce qui arrive, par exemple, au groupe à trois variables et trois paramètres

$$\begin{vmatrix} a & 0 & 0 \\ 0 & a & 0 \\ 0 & b & c \end{vmatrix};$$

» 2° Ou bien qu'aucune des substitutions du groupe ne peut avoir plus de $\sqrt{n}$ multiplicateurs distincts. C'est ce qui arrive, par exemple, pour les quaternions. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur l'involution des dimensions supérieures.* Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček**, présentée par M. Ossian Bonnet.

« Dans notre Mémoire intitulé : *Sur les lieux géométriques des dimensions supérieures*, que nous avons eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie (21 mai 1884), nous avons exposé rapidement la théorie de l'involution à un point de vue plus général qu'on ne l'a traitée jusqu'ici.

» En même temps, nous avons communiqué le passage le plus important du § VI des *Additions* à M. Le Paige, qui traite de l'involution superficielle dans un cas particulier (*voir* le n° 13 des *Comptes rendus*, 29 septembre 1884). Nous demandons la permission de le reproduire ici.

« § VI. *Sur l'involution.* — 283. Quand on veut obtenir les groupes de points qui sont en involution, il faut deux facteurs, savoir : une figure sur laquelle se trouvent ces groupes, et puis une seconde figure qui les produit sur la première figure.

» Par exemple, on sait qu'un faisceau de la première dimension de surfaces détermine sur une courbe des points qui forment une involution du premier rang, ce que nous pouvons exprimer ainsi : les éléments d'un lieu des surfaces de la troisième dimension rencontrent le lieu de la première dimension en des groupes de points qui forment une involution du premier rang.

» 284. Nous pouvons évidemment remplacer le support de la première dimension par un autre de la deuxième dimension.

» Considérons une surface S comme le support, et supposons que L soit un lieu des courbes de la deuxième dimension.

» Le lieu L rencontre la surface S en une courbe. Prenons un point quelconque sur cette courbe, et, quand il y a une seule courbe C du lieu L

qui passe par ce point, cette courbe détermine sur S un groupe de points de l'involution.

» *Nous voyons donc qu'un lieu des courbes de la deuxième dimension détermine une involution sur un lieu de la deuxième dimension, ainsi qu'un lieu des surfaces de la troisième dimension le fait sur un lieu de la première dimension.*

285. On voit que l'involution ainsi obtenue est presque celle qu'on a traitée jusqu'à présent. Seulement, nous pouvons avancer dans la théorie de l'involution par le procédé suivant.

» Soit donnée une surface S comme le support et soit L un lieu des courbes de la troisième dimension.

» Supposons que, par un point quelconque dans l'espace, passe une seule courbe C du lieu L. En prenant ce point A sur la surface S, nous obtenons CS − 1 autres points avec S, qui correspondent au point A, de telle manière que, quand nous considérons un point quelconque de ces CS − 1 points comme un point A, nous obtenons les autres CS − 2 points et le point primitif A. C'est la propriété fondamentale d'une involution.

» Nous obtenons alors tout de suite des groupes de l'involution, quand nous prenons un seul point d'un de ces groupes. C'est une involution du premier rang, néanmoins elle est différente de l'involution usuelle.

» On sait que les points de l'involution ordinaire se trouvent sur une courbe, pendant que les points de l'involution dont nous venons de parler remplissent une surface.

» 286. Nous pouvons donc appeler l'involution que l'on a traitée jusqu'à présent l'*involution de la première dimension*, et l'involution que nous obtenons sur une surface l'*involution de la deuxième dimension*.

» Nous pouvons distinguer l'involution de la deuxième dimension, d'après la nature du lieu L.

» *Les courbes d'un lieu* L *de la troisième dimension déterminent sur une surface* S *des groupes de points d'une involution de la deuxième dimension et de premier rang.*

» *Les courbes d'un lieu* L *de la deuxième dimension déterminent sur une surface* S *des groupes de points d'une involution de la deuxième dimension et du rang nul.*

» 287. Il est visible que, quand nous prenons un lieu L d'une dimension supérieure, l'involution est d'un rang plus élevé.

» Il faut distinguer les deux cas suivants :

» 1° *Involution de la deuxième dimension et du* $(2n+1)^{\text{ième}}$ *rang.*

» *Les groupes de cette involution déterminent sur une surface arbitraire* S *un lieu des courbes de la dimension* $2(n+3)$.

» *Cette involution jouit de cette propriété que, en prenant* (*sur* S) $n+1$ *points arbitraires d'un groupe, ce groupe est parfaitement déterminé.*

» 2° *Involution de la deuxième dimension et du* $2n^{ième}$ *rang.*

» *Les groupes de cette involution déterminent sur une surface* S *un lieu des courbes de la dimension* $2(n+1)$.

» Cette involution jouit de la propriété suivante :

n points arbitraires $a_1, a_2, \ldots, a_n$ sur la surface S *déterminent dans le lieu* L *un autre lieu de la deuxième dimension, qui rencontre la surface* S *en une courbe. Un point arbitraire p de cette courbe détermine avec les premiers points $a_1, a_2, \ldots, a_n$ un groupe de l'involution.*

» **288.** Nous pouvons obtenir par la même voie aussi les involutions des dimensions supérieures et des rangs supérieurs, ce que nous développerons ultérieurement. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur quelques propriétés générales des surfaces algébriques de degré quelconque.* Note de M. MAURICE D'OCAGNE, présentée par M. Jordan.

« **1.** Supposons que l'on se donne une surface algébrique Σ et un point O quelconques. Par le point O menons une droite variable Δ qui coupe la surface Σ aux points $A_1, A_2, \ldots, A_n$; les plans tangents à la surface Σ en ces divers points seront désignés par $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_n$. Cela posé, quand nous ferons varier la droite Δ, nous aurons les théorèmes suivants :

» I. *Le centre de gravité des centres des sphères, qui passent au point* O *et qui touchent la surface* Σ *respectivement aux points* $A_1, A_2, \ldots, A_n$, *est un point fixe.*

» II. *Le plan polaire du point* O *par rapport aux plans* $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_n$ *est fixe.*

» III. *Le centre harmonique, relativement au point* O, *des projections de ce point, sur les plans* $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_n$, *est un point fixe.*

» IV. *Le centre harmonique, relativement au point* O, *des points de contact, avec* Σ, *des sphères qui, passant par* O, *sont normales en ce point à* Δ *et sont d'ailleurs tangentes à* Σ, *est un point fixe.*

» **2.** Donnons-nous maintenant une surface algébrique Σ et un plan P quelconques; soient O un point pris d'une manière arbitraire, mais fixe, dans ce plan, et Δ une droite variable de ce plan. Par la droite Δ, on peut

mener à Σ des plans tangents $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_m$. Quand la droite Δ varie, on a ces théorèmes :

» V. *Le plan polaire du point* O *par rapport aux plans* $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_m$ *passe par un point fixe.*

» VI. *Le centre harmonique, relativement au point* O, *des projections de ce point sur les plans* $\Pi_1, \Pi_2, \ldots, \Pi_m$, *décrit une sphère passant au point* O.

» Si, au lieu de la droite Δ, nous considérons dans le plan P un cercle variable Γ, passant constamment au point O, nous avons cet autre théorème :

» VII. *Le centre de gravité des centres des sphères qui, passant par le cercle variable* Γ, *sont tangentes à la surface* Σ, *décrit un plan.*

» 3. Soient maintenant donnés une surface algébrique Σ, un plan Π et un point F quelconques. Prenons dans le plan Π une droite variable Δ; les plans tangents à Σ, qui passent par Δ, touchent cette surface aux points $A_1, A_2, \ldots, A_m$. Considérons les quadriques de révolution $Q_1, Q_2, \ldots, Q_m$, ayant un foyer au point F, tangentes au plan Π, et touchant la surface Σ aux points $A_1, A_2, \ldots, A_m$. Nous aurons, quand la droite Δ variera dans le plan Π, le théorème suivant :

» VIII. *Le plan polaire du point* F, *par rapport aux plans directeurs des quadriques de révolution* $Q_1, Q_2, \ldots, Q_m$, *relatifs à ce foyer, est un plan fixe.*

» 4. Enfin, donnons-nous une surface algébrique Σ, une droite Δ, et un point O sur cette droite, et considérons un cercle Γ, variable dans l'espace, mais assujetti à être constamment tangent à la droite Δ au point O. Nous aurons ce théorème :

» IX. *Le centre harmonique, relativement au point* O, *des points où le cercle* Γ *coupe la surface* Σ *décrit une sphère passant au point* O.

» Nous avons fait voir d'ailleurs que, dans chaque position, ce centre harmonique est sur le cercle Γ.

» Les démonstrations géométriques de tous les théorèmes qui précèdent font partie d'un Mémoire que nous allons faire paraître. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les équations algébriques.* Note de M. **Berloty**.

« 1. Soit

$$f(z) = z^\lambda \prod \left(1 - \frac{z}{a}\right) = 0$$

une équation algébrique.

» La variable z étant figurée par un point dans un plan, traçons une droite L dans ce plan, et soit R l'une des deux régions du plan que limite cette droite; nous regarderons les points de la droite limite L comme appartenant à la région R.

» Théorème. — *Si l'équation $f(z) = 0$ a tous ses points-racines dans la région* R, *la dérivée $f'(z)$ aura elle-même tous ses points-racines dans la région* R.

» Observons d'abord que si $f(z)$ a une racine multiple d'ordre p, $f'(z)$ admet cette même racine $p-1$ fois, et par conséquent cette racine de $f'(z)$ est bien dans la région R; dès lors, nous n'avons à nous occuper que des racines de $f'(z)$, *distinctes* de celles de $f(z)$, c'est-à-dire de celles qui rendent nulle la dérivée logarithmique

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \frac{\lambda}{z} + \sum \frac{1}{z-a}.$$

Nous écrirons cette dérivée simplement $\sum \frac{1}{z-a}$, en faisant rentrer x fois le terme $\frac{1}{z}$ sous le signe Σ; on a alors

$$\frac{f'(z)}{f(z)} = \sum \frac{1}{(x-\alpha)+i(y-\beta)} = \sum \frac{(x-\alpha)+i(y-\beta)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2}.$$

» Pour une racine de $\frac{f'(z)}{f(z)}$, on doit avoir simultanément

$$(1) \qquad \sum \frac{(x-\alpha)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2} = 0,$$

$$(2) \qquad \sum \frac{(y-\beta)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2} = 0.$$

» Pour fixer les idées, nous supposerons que le point zéro appartient à la région R.

» Soit $x\cos\varphi + y\sin\varphi - p = 0$ l'équation de la droite limite L; j'ajoute les équations (1) et (2) respectivement multipliées par $\cos\varphi$ et $\sin\varphi$; j'obtiens pour un point-racine de $\frac{f'(z)}{f(z)}$ la condition

$$(3) \qquad \sum \frac{x\cos\varphi + y\sin\varphi - (\alpha\cos\varphi + \beta\sin\varphi)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2} = 0,$$

ou

$$(3') \qquad \sum \frac{(x\cos\varphi + y\sin\varphi - p) - (\alpha\cos\varphi + \beta\sin\varphi - p)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2} = 0;$$

l'expression $-(\alpha\cos\varphi + \beta\sin\varphi - p)$ représente la distance changée de

signe du point (α, β) à la droite L; cette quantité, si elle n'est pas nulle, a donc le signe de $+p$ (ce serait le signe contraire, si R ne comprenait pas le point zéro), car le point (α, β) appartient à la région R.

» Quant à l'expression $x\cos\varphi + y\sin\varphi - p$, elle aura aussi le signe de $+p$ pour tous les points (x, y) situés hors de R; donc, pour ces points du plan, le premier membre de l'équation (3') se compose de termes tous de même signe; il est donc impossible qu'elle soit satisfaite pour ces points.

» Les points-racines de $\frac{f'(z)}{f(z)}$ sont donc tous dans la région R.

» **2.** Appelons *polygone des racines de* $f(z)$ le polygone *convexe* P, dont les sommets sont des points-racines, et qui contient à son intérieur ou sur son contour toutes les racines de l'équation $f(z) = 0$; on a le corollaire suivant :

» *Les racines de* $f'(z) = 0$ *seront toutes à l'intérieur ou sur le contour du polygone* P.

» Il suffit pour le voir d'appliquer le théorème du n° **1** successivement à chaque côté du polygone P.

» **3.** *Remarque importante.* — Le théorème du n° **1** et sa démonstration s'appliquent sans aucune modification aux fonctions qu'on a appelées *holomorphes du genre* 0, et qui sont de la forme

$$f(z) = z^{\lambda} \prod \left(1 - \frac{z}{a}\right).$$

» Ici $\prod \left(1 - \frac{z}{a}\right)$ est un produit d'un nombre infini de facteurs; les quantités a doivent être telles que la série $\sum \frac{1}{\text{mod.}\, a}$ soit convergente.

» *Corollaire I.* — Si $f(z) = 0$ a toutes ses racines à l'intérieur d'un contour *ouvert* et *convexe*, polygonal ou courbe, il en est de même de $f'(z) = 0$.

» *Corollaire II.* — Si $f(z) = 0$ a toutes ses racines entre deux droites parallèles, il en sera de même de $f'(z) = 0$. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Conditions d'équilibre d'une lame liquide soumise à des actions électromagnétiques.* Note de M. G. LIPPMANN.

« Lorsqu'un liquide, parcouru par des courants électriques, se trouve en même temps soumis à l'action d'aimants disposés à poste fixe dans son voisinage, il naît des forces électromagnétiques qui tendent à dé-

placer chaque élément de courant. Ces forces ont leurs points d'application au sein même de la masse liquide. On peut donc, par leur intervention, réaliser des cas d'équilibre ou de mouvements plus généraux que ceux qui se présentent le plus souvent en Hydrostatique; en outre, les conditions de l'équilibre peuvent servir à illustrer les propriétés des *coupures* qui servent à rendre une fonction uniforme dans un espace donné.

» Soit une lame d'un liquide conducteur infiniment mince, horizontale, parcourue par des courants électriques que lui amènent des électrodes disposées d'une manière quelconque, et placée dans un champ magnétique vertical d'intensité uniforme H. Proposons-nous de trouver les conditions de l'équilibre. En un point du liquide dont les coordonnées rectangulaires sont (x, y), l'intensité du courant est une grandeur dont les composantes parallèles aux axes sont $K\frac{\partial V}{\partial x}$, $K\frac{\partial V}{\partial y}$, K étant un coefficient constant, et V étant le potentiel électrique au point considéré; V est une fonction de x et de y assujettie à satisfaire à l'équation

$$\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 V}{\partial y^2} = 0. \tag{1}$$

» La force électromagnétique est normale à la direction du courant; elle a donc pour composantes

$$X = -HK\frac{\partial V}{\partial y}, \tag{2}$$

$$Y = HK\frac{\partial V}{\partial x}. \tag{3}$$

» Enfin, en appelant p la pression hydrostatique au point (x, y), on a les conditions nécessaires de l'équilibre

$$X = -\frac{\partial p}{\partial x}, \tag{4}$$

$$Y = -\frac{\partial p}{\partial y}. \tag{5}$$

» Quelles en sont les conditions suffisantes?

» Pour les trouver, remarquons d'abord que l'on tire des équations (4) et (5)

$$\int (X\,dx + Y\,dy) = \int \frac{\partial p}{\partial x}\left(dx + \frac{\partial p}{\partial y}\right) dy. \tag{6}$$

» Il faut que le second membre, qui n'est autre que la variation de la

pression hydrostatique p, soit une fonction uniforme de x et y. Il en est donc de même du premier membre. On tire des équations (1), (2) et (3)

$$(7) \qquad \frac{\partial X}{\partial y} - \frac{\partial Y}{\partial x} = 0.$$

» La condition d'intégrabilité (7) est donc une conséquence de l'équation (1). Pour qu'en outre la fonction de x et y, représentée par le premier membre de l'équation (6), soit uniforme, il suffit que l'espace occupé par le liquide soit d'une forme convenable, ou qu'il soit divisé par des coupures appropriées. Ces coupures se réalisent sous formes de cloisons imperméables au liquide, mais perméables à l'électricité. Je dis qu'alors l'équilibre existe.

» On tire en effet des équations (2), (3), (4) et (5)

$$(8) \qquad \frac{\partial p}{\partial x} = \mathrm{H}k\frac{\partial V}{\partial y},$$

$$(9) \qquad \frac{\partial p}{\partial y} = -\mathrm{H}k\frac{\partial V}{\partial x}$$

et

$$(10) \qquad \frac{\partial^2 p}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 p}{\partial y^2} = 0.$$

» Ces équations signifient que les courbes $p =$ const. sont orthogonales ou conjuguées des courbes $V =$ const. Comme les valeurs de V sont données (ce sont celles qui correspondent aux courants électriques donnés), il en est de même de celles de p. Il en est ainsi, en particulier, des valeurs de p le long de la paroi.

» En résumé, quelles que soient d'ailleurs la forme de l'espace occupé par le liquide et la distribution des courants électriques, *il faut et il suffit pour l'équilibre que cet espace soit limité par des cloisons disposées comme des coupures qui rendraient uniforme la fonction conjuguée du potentiel électrique*, et la loi des pressions développées le long du contour est la suivante: *ces pressions ont des valeurs conjuguées de celles du potentiel électrique le long du contour.*

» Il s'ensuit que, si l'espace donné est à connexion simple, il y a toujours équilibre : c'est en particulier le cas du galvanomètre à mercure que j'ai eu l'honneur de soumettre à l'Académie. Inversement, dans les expériences de Faraday et les appareils de M. Bertin, destinés à montrer la rotation électromagnétique d'un liquide, l'espace occupé par celui-ci est toujours à connexion multiple. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Conditions d'un élément hélicoïdal pour l'effet utile maximum d'un propulseur.* Note de M. CH. HAUVEL.

« Soient A un élément de surface hélicoïdale, AE = V sa vitesse relative au fluide ambiant, dans le sens de la trajectoire, et AB = W la vitesse de rotation.

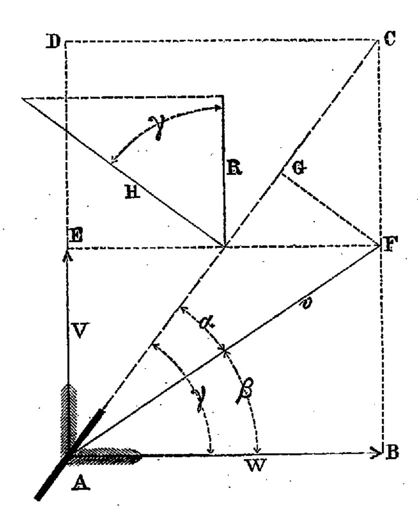
» La vitesse relative des filets fluides à l'élément A sera AF = v, faisant l'angle β avec le plan normal à l'axe AB.

» L'hélice développée, ou sa tangente, est AC, faisant l'angle γ avec AB; il en résulte que l'incidence des filets fluides sur l'élément considéré est

$$\alpha = \gamma - \beta.$$

» Soient H la pression normale à l'élément et R la résistance à l'avancement; ces deux forces font l'angle γ et $R = H\cos\gamma$.

» Menons FG perpendiculaire à AC; après l'unité de temps le point A



arrive en F et GF représente le déplacement de la pression normale dans le sens de cette pression H.

» Le travail moteur, abstraction faite des frottements, a donc pour expression

$$T_m = FG \times H;$$

or

$$FG = v \sin\alpha \quad \text{et} \quad v = \frac{V}{\sin(\gamma - \alpha)};$$

substituant,

$$T_m = VH \frac{\sin\alpha}{\sin(\gamma - \alpha)}.$$

» L'effet utile à réaliser est

$$T_u = RV;$$

mais

$$R = H\cos\gamma, \quad T_u = VH\cos\gamma.$$

» Le rendement est donc exprimé par la relation

$$(1) \qquad \frac{T_u}{T_m} = \frac{\cos\gamma\sin(\gamma - \alpha)}{\sin\alpha}.$$

» Pour $\alpha = 0$, le travail moteur est annulé; l'hélice tourne à vide.

» Pour $\alpha = \gamma$ ou $\gamma - \alpha = 0$, soit $\beta = 0$, l'hélice tourne sur place et la vitesse relative v est normale à l'arbre de l'hélice.

» On a l'égalité

$$\sin(\gamma - \alpha) = \sin\gamma - \frac{\cos\gamma\sin\alpha}{\cos\alpha};$$

substituant,

$$\frac{T_u}{T_m} = \frac{\sin\gamma\cos\gamma - \sin\alpha\cos^2\gamma\frac{1}{\cos\alpha}}{\sin\alpha} = \frac{\sin\gamma\cos\gamma}{\sin\alpha} - \frac{\cos^2\gamma}{\cos\alpha};$$

or

$$\sin\gamma\cos\gamma = \tfrac{1}{2}\sin 2\gamma;$$

remplaçant, on a

$$(3) \qquad \frac{T_u}{T_m} = \frac{\sin 2\gamma}{2\sin\alpha} - \frac{\cos^2\gamma}{\cos\alpha}.$$

» Pour un effet utile égal au travail moteur, abstraction faite des frottements,

$$(3) \qquad \frac{T_u}{T_m} = 1 \quad \text{et} \quad 1 + \frac{\cos^2\gamma}{\cos\alpha} = \frac{\sin 2\gamma}{2\sin\alpha}.$$

» Les limites d'application de cette formule (3), qui répond à un rendement de 100 pour 100, sont assez étendues pour qu'on puisse tenir compte des conditions de la machine motrice et de son mode d'attelage.

» Si les frottements étaient intervenus, on n'aurait trouvé qu'une seule solution, celle de l'hélice la plus petite, dans les limites d'application de la formule (3).

» Faisons une application à l'hélice conduite par un moteur électrique et propulsant un ballon.

» Soit $\gamma = 45°$, pas égal à la circonférence au point A; on a

$$\sin 2\gamma = 1 \quad \text{et} \quad \cos^2\gamma = \tfrac{1}{2};$$

substituant dans (3),

$$1 + \frac{1}{2\cos\alpha} = \frac{1}{2\sin\alpha},$$

ou bien

$$\frac{1}{\sin\alpha} - \frac{1}{\cos\alpha} = 2, \quad \alpha = 19° 5'.$$

» Il en résulte que

$$\beta = 45° - 19° 5' = 25° 55';$$

d'où

$$\frac{V}{W} - \text{tang}\, 25° 55' = 0,486;$$

la vitesse de rotation de cet élément devra être un peu supérieure au double de sa vitesse suivant la trajectoire.

» Si l'on se plaçait dans ces conditions de vitesse, mais en faisant un pas trop court, l'hélice perdrait du rendement et tendrait à tourner à vide.

» Nous avons calculé l'angle α des filets d'eau sur un élément périphérique d'hélice, dans les conditions relatées des essais de nos principaux navires, et nous avons trouvé des valeurs comprises entre 1° et 3°, tandis que les conditions d'un bon rendement exigeraient 19° environ. »

PHYSIQUE. — *Comparabilité du thermomètre à poids et du thermomètre à tige.* Note de M. Em. Barbier.

« 1. Dans la supposition que des volumes égaux, limités par le verre choisi pour enveloppe, restent égaux entre eux à toute température, Regnault a longuement démontré la proposition suivante, que nous désirons démontrer aussi :

» *Si le thermomètre à poids et le thermomètre à tige sont d'accord aux deux points fixes, ils restent d'accord à toute température.*

» 2. Le thermomètre à poids n'est qu'un thermomètre à tige coupé au zéro. Pour que la proposition énoncée devienne aussi claire que possible, supposons qu'il n'y ait pas de renflement pour le réservoir et que le thermomètre soit tout entier dans un tube bien calibré ; nous ne changeons rien à la question théorique que nous traitons, en simplifiant la forme de l'enveloppe thermométrique comme nous venons de le faire.

» 3. Définissons les degrés $t°$ du thermomètre à mercure de la manière suivante :

» 5550^{mmc} de mercure à 0° deviennent $(5550 + t)$ millimètres cubes à t°.

» Il nous suffira de démontrer la proposition pour le thermomètre à poids et le thermomètre à tige contenant 5550^{mmc} de mercure à 0°.

» Ce mercure dans le thermomètre à tige occupe $n = 5550^{mmc}$ à 0°; et $n + 100$ à 100°; généralement $n + t$ à la température t° du thermomètre à mercure, selon notre définition.

» 4. A cette même température, quel est le rapport du poids p de mercure écoulé au poids $P - p$ de mercure qui reste dans le thermomètre à poids? Il s'agit d'apercevoir que ce rapport est proportionnel à t.

» Il s'est écoulé une fraction $\frac{t}{n+t}$; il en reste une fraction $\frac{n}{n+t}$; le rapport de ces deux quantités de mercure est donc $\frac{t}{n}$, c'est-à-dire proportionnel à t.

» 5. La formule du thermomètre à poids donnera des résultats proportionnels à ceux qui seraient lus sur notre thermomètre à tige; mais le thermomètre à poids est d'accord avec le thermomètre à tige pour 100° si l'on a bien choisi la constante de la formule; donc, enfin, $t = \frac{1}{c}\frac{p}{P-p}$ est une formule qui rend parfaitement comparables le thermomètre à poids et le thermomètre à tige. On remarque que c est $\frac{1}{5550}$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur des lampes électriques portatives*. Note de M. G. TROUVÉ, présentée par M. Jamin.

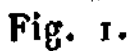
« Les lampes électriques portatives que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, et que je qualifie de *lampes universelles, de sûreté, portatives, automatiques, réglables et inversables,* en raison des propriétés qu'elles possèdent, sont destinées à servir dans tous les cas où l'on a besoin d'obtenir une lumière vive, instantanée et dont l'emploi ne présente aucun danger.

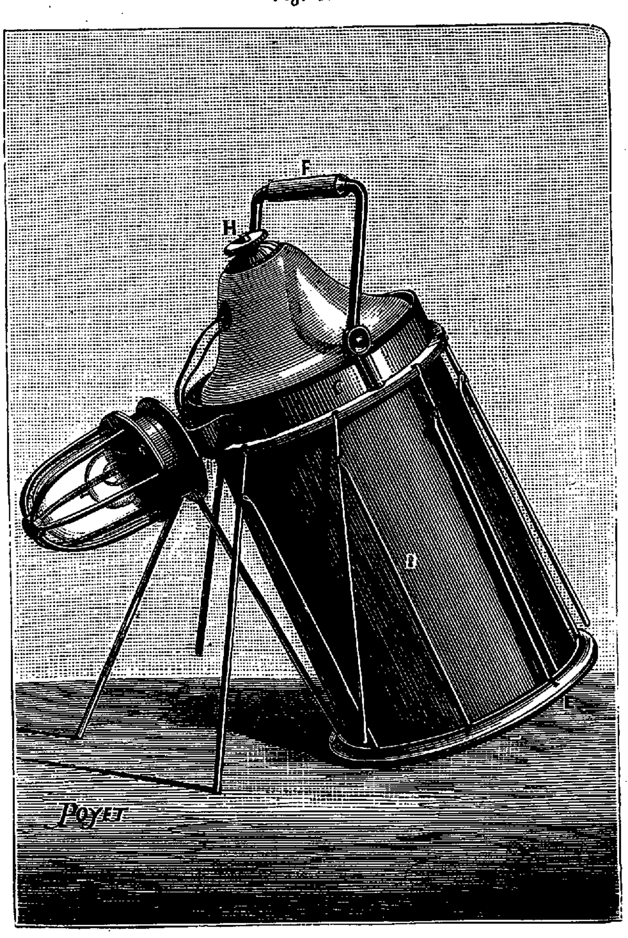
» De là deux types bien caractérisés de ces appareils : l'un destiné à servir à tous usages industriels dans lesquels la sécurité est le premier désidératum, et l'autre créé principalement en vue de l'éclairage domestique, afin de remplacer, non pas les lampes servant à l'éclairage permanent et prolongé des habitations, mais les petites lampes à essence et autres, si peu commodes et si dangereuses à manier, qui servent dans une foule de circonstances de la vie domestique.

» Le premier type, dit *type industriel*, est disposé de manière à s'allumer et à fonctionner dès que l'homme qui s'en sert (pompier, gazier, ouvrier

mineur, etc.) l'accroche à sa ceinture afin d'avoir les mains libres. Il s'éteint de lui-même dès qu'on l'accroche par sa poignée ou qu'on le tient par cette dernière pendant le transport.

» La lampe du second type, qui est principalement destinée aux usages





Lampe électrique universelle Trouvé, de sûreté, portative, automatique, réglable et inversable, représentée au tiers d'exécution. — Elle est au repos ou éteinte et inclinée pour montrer l'efficacité du parachute.

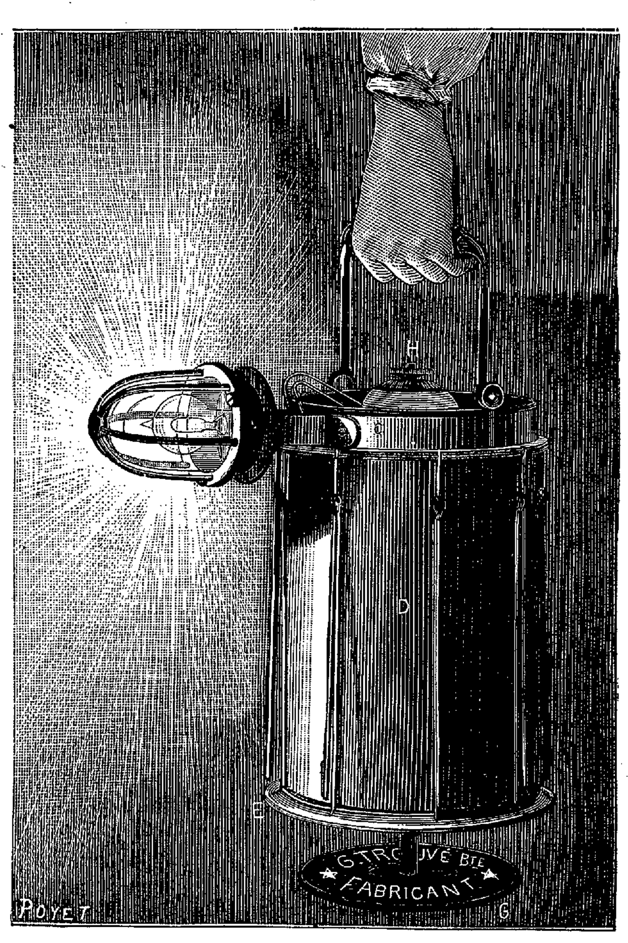
domestiques, s'allume, au contraire, automatiquement dès qu'on la saisit par la poignée et s'éteint d'elle-même quand on la pose sur une table ou autre surface d'appui.

» La disposition générale de l'appareil est la même dans les deux cas. Il se compose d'une caisse ou vase à compartiments formant le récipient

d'une pile Trouvé, au bichromate, semblable à celle présentée à l'Académie dans sa séance du 19 mars 1883.

» Le couvercle du vase porte les éléments de la pile, et la lampe à incandescence est renfermée dans une double enveloppe de cristal protégée en outre par une cage métallique.

Fig. 2.



Lampe électrique universelle Trouvé, de sûreté, portative, automatique, réglable et inversable, au tiers d'exécution, représentée en fonction ou allumée. — Elle s'allume en la prenant par la poignée pour la porter; elle s'éteint en la posant sur sa base.
La position de la lanterne sur le côté permet de mieux utiliser la lumière.

» Dans les deux types, la lampe est fixée droite et aussi quelquefois sur le côté du récipient de la pile, muni à cet effet d'une bague métallique.

» Le couvercle portant les éléments peut monter et descendre dans le

vase qui contient le liquide excitateur : c'est par ce mouvement que s'effectuent l'allumage, le réglage et l'extinction de la lampe.

» Le couvercle porte en effet une poignée dans le premier type d'appareil; on comprend par suite que, en tenant ou suspendant la lampe par cette poignée, on maintient les éléments de la pile hors du liquide.

» Dès qu'on lâche la poignée et qu'on accroche la lampe au moyen du crochet latéral qu'elle porte, les éléments plongent dans le liquide, et la lampe s'allume automatiquement, pour s'éteindre d'elle-même dès qu'on la saisit par sa poignée.

» Dans le second type d'appareils, la poignée n'est plus fixée sur le couvercle, mais sur le récipient; il s'ensuit que, quand on porte l'appareil par la poignée, le couvercle peut descendre librement, les éléments plongent dans le liquide, et la lampe s'allume. Le couvercle est relié, par une tige centrale, à une rondelle ou plateau inférieur qui pose sur l'appui qu'on donne à la lampe dès qu'on la place à terre ou sur une table. De cette manière, dès qu'on n'a plus besoin de l'appareil et qu'on le pose sur une surface d'appui quelconque, les éléments de la pile remontent hors du liquide, et la lampe s'éteint et ne consomme plus.

» Le réglage des appareils s'effectue au moyen d'un écrou et d'une vis allongée pratiquée sur la tige centrale et qui permet de régler, en hauteur, la position normale du couvercle sur ladite tige.

» Enfin, à ce modèle domestique ou usuel, que je fais de préférence de forme cylindrique, j'ai ajouté une sorte de parachute formé d'armatures analogues à des branches de parapluie et qui empêchent le vase de se renverser si un choc le fait pencher sur sa base.

» Les appareils soumis à l'Académie peuvent fournir une intensité lumineuse maximum de cinq bougies pendant trois heures, ou une bougie pendant quinze heures; mais les appareils sont construits suivant des dimensions plus grandes ou plus petites que celles de ceux que je présente, suivant les applications qu'ils doivent recevoir, de sorte que la durée et l'intensité de la lumière peuvent être augmentées à volonté.

» Ces appareils sont très légers, aussi portatifs qu'une lampe à huile ou un chandelier, et, outre la sécurité qu'offre la double enveloppe de la lampe à incandescence, comme ils ne sont munis d'aucun commutateur, il ne se peut produire, en aucun cas, d'étincelle de rupture du circuit, ce qui permet de dire qu'ils offrent une sécurité réellement absolue et peuvent être employés, sans aucun danger, dans les atmosphères les plus explosibles. »

CHIMIE. — *Sur la décomposition de l'oxyde de cuivre par la chaleur.* Note de M. E.-J. MAUMENÉ.

« Dans la séance du 13 octobre dernier, MM. Debray et Joannis ont présenté, sur la décomposition de CuO par la chaleur, des études destinées à résoudre d'une manière générale le problème de cette décomposition et de toutes les autres analogues. Ces études sont fondées sur une base dont je crois pouvoir montrer le défaut.

» Lorsqu'on soumet l'oxyde de cuivre CuO à l'action d'une haute température, sans aller jusqu'à la fusion, la tendance de l'oxygène à reprendre sa liberté, par suite de la tension gazique, amène un commencement de décomposition dont la mesure est donnée par la dépression du mercure dans les instruments employés par MM. Debray et Joannis. Il est bien clair que la tension augmente avec la température et qu'à une température constante la tension est elle-même constante; cela résulte de l'esprit de la Théorie générale, dont les phénomènes, désignés par H. Deville sous le nom de *dissociation*, sont un simple corollaire (1).

» Si la température est élevée jusqu'au point de fusion, une action chimique nouvelle s'établit : le protoxyde Cu^2O, formé par la chaleur, s'unit avec le bioxyde CuO, non encore décomposé pour former un oxyde salin.

» Avant tout, montrons que l'union, la combinaison des deux oxydes, est certaine; elle est démontrée par des faits dont l'évidence ne peut être un seul instant discutée; nous avons signalé ces faits, il y a plus de quarante ans, Favre et moi, dans le Mémoire soumis à l'Académie le 8 avril 1844, et si ce Mémoire existe encore dans les Archives, on y trouvera :

» 1° L'oxyde Cu^5O^3 est une combinaison : car le bioxyde, en se dissolvant dans les acides, donne une solution bleue ou verte; le protoxyde, une solution incolore. L'oxyde salin produit une coloration brune.

» 2° L'oxyde Cu^5O^3 donne une preuve analogue de sa nature saline par sa dissolution dans le verre fondu; tandis que CuO donne une coloration d'un beau vert, et Cu^2O une masse incolore, l'oxyde salin donne la belle coloration rouge admirée, depuis des siècles, dans les vitraux des

(1) Je l'ai fait remarquer depuis de longues années, notamment dans la Lettre que j'ai eu l'honneur d'adresser à tous les Membres de l'Académie, individuellement, le 16 novembre 1871.

églises; c'est notre travail qui a fait connaître l'explication de ce fait important et indiqué le moyen de produire les magnifiques vitraux dont on désespérait d'égaler la richesse.

» MM. Debray et Joannis ne sont donc pas fondés à nier la combinaison des deux oxydes, admise d'ailleurs pour tous les oxydes d'un même métal.

» Leur erreur tient à la confiance que leur inspire, bien à tort, la dissociation; lorsque l'oxyde salin fondu vient à se solidifier par refroidissement, la tension, descendue peu à peu jusqu'à 90^{mm}, remonte brusquement jusqu'à 250^{mm}. Rien de plus facile à comprendre par la Théorie générale : à ses yeux, le composé salin, qui existe dans la masse fondue, est noyé dans un excès de CuO, ou de Cu^2O, suivant l'élévation de la température à laquelle on l'a porté. Au moment de la solidification après fusion, l'oxyde CuO privé d'une quantité d'oxygène insuffisante pour le réduire à Cu^2O (ce que MM. Debray et Joannis confirment très expressément) ne se trouve pas avoir perdu même assez d'oxygène pour former le composé normal $(CuO)^{72}(Cu^2O)^{40}$, ou, pour simplifier, $(CuO)^9(Cu^2O)^5$. La nécessité d'obéir aux lois de la Théorie secondée par le dégagement de chaleur intramoléculaire, occasionnée par la solidification, force une certaine quantité de CuO à se réduire en Cu^2O pour établir le rapport normal, et il se dégage une certaine quantité d'oxygène dont MM. Debray et Joannis n'ont pas voulu connaître la vraie cause.

» La hardiesse avec laquelle ils ont cru pouvoir expliquer ce dégagement, dans les deux alinéas qui commencent la page 587, ne saurait trop être signalée comme une preuve du danger de telles hypothèses, puisqu'il est impossible de ne pas attribuer aux autres oxydes la non-combinaison que MM. Debray et Joannis n'hésitent pas à imposer aux deux oxydes de cuivre, malgré les deux preuves, absolument irréfutables, que tout le monde admettait depuis les expériences que nous avions décrites, Favre et moi, en 1844

» Une preuve des plus fortes s'ajoute encore aux deux précédentes : si la chaleur pouvait réduire CuO en Cu^2O sans produire aucun composé intermédiaire, pourquoi le dégagement d'oxygène, d'abord assez rapide, s'arrête-t-il, d'après MM. Debray et Joannis eux-mêmes, quand la tension a pris une valeur déterminée? Il est naturel et simple d'attribuer la diminution de tension à la formation d'un composé intermédiaire. Il est plus que hasardeux de vouloir l'expliquer, *à une température constante*, par un équilibre variable avec la quantité d'oxygène laissée par la pompe.

» Les oxydes salins formés à des températures de plus en plus hautes sont :

$$\text{Normal} : (CuO)^{72}(Cu^2O)^{40} = (CuO)^9(Cu^2O)^5 = Cu^{19}O^{14},$$
$$\text{A excès de } Cu^2O : (CuO)^{72}(Cu^2O)^{120} = (CuO)^3(Cu^2O)^5 = Cu^{13}O^8,$$
$$\text{Deuxième » } : (CuO)^{72}(Cu^2O)^{280} = (CuO)^9(Cu^2O)^{35} = Cu^{79}O^{44},$$

de deuxième ordre

$$2[(CuO)^{72}(Cu^2O)^{40}] \text{ avec } (CuO)^{72}(Cu^2O)^{120},$$

ce qui donne

$$(CuO)^{216}(Cu^2O)^{200} = (CuO)^{27}(Cu^2O)^{25} = Cu^{77}O^{52}.$$

. . . . (1)

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Recherches expérimentales sur la conservation temporaire des virus dans l'organisme des animaux où ils sont sans action.* Mémoire de M. G. **Colin**. (Extrait par l'auteur.)

« Il résulte des expériences relatées dans ce travail :

» 1° Que les agents virulents, en passant à des animaux où ils sont sans action nuisible, peuvent y conserver intactes leurs propriétés, pendant un temps assez long, comme une ou deux semaines, même dans des conditions qui semblent défavorables à cette conservation ;

» 2° Que ces agents, après avoir séjourné sur les sujets où ils demeurent stériles, déterminent, en revenant à ceux sur lesquels ils ont de la prise, leurs effets ordinaires avec une rapidité et une intensité qui n'indiquent le plus souvent aucune atténuation de leur puissance morbigène ;

» 3° Que, dans certains cas, sur les individus dits réfractaires, les mêmes agents donnent lieu à des désordres matériels et fonctionnels, parfois très

---

(1) Ces oxydes, rapportés à Cu^5 et à Cu^4, donnent :

$Cu^{19}O^{14}$	$Cu^5O^{3,685}$	$Cu^4O^{2,947}$
$Cu^{13}O^8$	$Cu^5O^{3,077}$	$Cu^4O^{2,462}$
$Cu^{79}O^{44}$	$Cu^5O^{2,785}$	$Cu^4O^{2,227}$
$Cu^{77}O^{52}$	$Cu^5O^{3,376}$	$Cu^4O^{2,701}$

Je crois n'avoir à donner aucun commentaire pour expliquer comment nous avons cru trouver, Favre et moi, en 1844, Cu^5O^3 ; comment M. Schützenberger a cru obtenir Cu^5O^4 ; et comment MM. Debray et Joannis ont trouvé, à des températures plus ou moins hautes, des mélanges *répondant aux compositions les plus variées.*

graves, même mortels, sans analogie apparente avec ceux qu'ils produisent sur les sujets doués de la réceptivité;

» 4° Que, par conséquent, les animaux réfractaires, après avoir joué le rôle de réceptacles inertes des matières virulentes, peuvent devenir, dans certains cas, les agents passifs de la contagion, tout en restant à l'abri de ses atteintes;

» 5° Que les mêmes animaux, à des intervalles plus ou moins éloignés, sont aptes à servir plusieurs fois au transit des matières virulentes, sans que chez eux un premier dépôt ou une première imprégnation locale y ait les effets atténuants d'une vaccination. »

VITICULTURE. — *Sur l'emploi du sulfate de cuivre pour la destruction du mildew.* Note de M. P. de Lafitte.

« Le 29 septembre, M. Ad. Perrey a signalé à l'Académie la propriété dont jouissent les échalas de bois de tremble, trempés pendant quatre jours dans une solution saturée de sulfate de cuivre, de préserver la vigne du mildew, sinon complètement, au moins dans une zone limitée par la surface d'un cylindre ayant pour axe l'échalas, et pour base un cercle de $0^m,20$ à $0^m,25$ de rayon.

» Un viticulteur compétent m'écrit de la Côte-d'Or :

« J'appelle votre attention sur une autre particularité, que d'autres viticulteurs M. L. M..., de Beaune, l'un des premiers) ont signalée avant moi, et que j'ai eu occasion de contrôler et de vérifier sur plusieurs points : c'est que des parcelles de vigne dont les échalas étaient de bois sulfaté ont échappé au mildew et ont conservé leur feuillage vert comme des oasis au milieu de vignobles entièrement dépouillés, comme en hiver. Ces échalas sont en bois blanc (tremble, peuplier ou autre) trempé dans une solution de sulfate de cuivre. Expliquer pourquoi ce phénomène se produit, personne n'y a réussi jusqu'à présent... »

» Je risquerai une explication, fondée sur une pure hypothèse, mais qui pourra avoir une utilité pratique si elle encourage quelques observateurs à faire de bonnes expériences l'année prochaine.

» On sait qu'un grain de musc suffit à infecter l'atmosphère confinée d'une vaste salle pendant des jours et des mois, sans perdre une fraction sensible de son poids. Que les vapeurs de musc fussent sans odeur et aucun réactif n'en révélerait la présence. Rien ne prouve donc que tous les corps ne soient pas le siège d'une évaporation de cet ordre, bien que nos

sens ne puissent point nous en avertir, et rien ne s'oppose à ce que de telles vapeurs émises par un corps déterminé soient toxiques pour un organisme particulier dans telles ou telles circonstances.

» L'extrême division de la matière augmente dans d'énormes proportions la surface d'évaporation. Imaginons, pour nous placer dans un cas très simple, que 1^{cc} soit divisé en 1000^{mmc}, dont les côtés sont 10 fois plus petits : la surface, qui est de 6^{cq} pour le premier, est de 6000^{mmq}, ou 60^{cq} pour l'ensemble des seconds, c'est-à-dire 10 fois plus grande, si tous ces petits cubes sont isolés.

» Comme la grandeur et la distribution des particules de sulfate de cuivre qui se déposent sur les tissus du bois, lorsque l'eau de dissolution s'évapore, peuvent dépendre de la nature et de la liaison entre eux de ces tissus, il faudra soumettre à l'expérience tous les bois dont on a coutume de faire des échalas pour la vigne, comme aussi beaucoup d'autres substances, par exemple des cordages de divers textiles, qui pourraient servir de liens ou de supports.

» Si l'expérience confirme l'observation de M. Perrey, des bûchettes en bois de tremble, des cordes, des linges trempés dans une solution saturée de sulfate de cuivre (ou d'un autre corps) ne pourraient-elles pas, l'eau une fois évaporée, émettre un agent prophylactique dans certains cas, curatif dans d'autres? »

M. **W. Maximowitch** adresse une Note ayant pour titre : « Sur une généralisation d'un théorème de Cauchy. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. **J. B.**

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 octobre 1884.

Illustrationes floræ atlanticæ seu icones plantarum novarum, rariorum vel minus cognitarum in Algeria necnon in regno Tunetano et imperio Maroccano

nascentium in compendio floræ atlanticæ descriptarum, auctore E. COSSON, fasciculus II. Parisiis, e Reipublicæ typographeo, 1884; in-4°.

Recherches expérimentales sur la rage et sur son traitement, par P. GIBIER, avec une préface de M. H. BOULEY. Paris, Asselin et Houzeau, 1884; in-8°.

Applications de la Thermodynamique à la production de la force motrice et du froid; par CH. TELLIER (fascicule n° 1). Paris, Auteuil, 1884; in-8°.

Etude sur la Thermodynamique appliquée à la production de la force motrice et du froid; par CH. TELLIER, Paris-Auteuil, 1884; in-8°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique; liv. 71. *Echinodermes réguliers.* Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

La mine d'étain de La Villeder; par le Comte DE LIMUR. Toulouse, imp. Durand, Fillous et Lagarde, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Explorations minéralogiques dans les Hautes-Pyrénées ou indications topographiques sur quelques gisements de substances peu communes; par le Comte DE LIMUR. Vannes, imp. Galles, 1878; in-12. (Présenté par M. Hébert.)

Catalogue raisonné des minéraux du Morbihan; par le Comte DE LIMUR. Vannes, imp. Galles, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

L'organisation à Paris d'ambulances urbaines analogues à celles des grandes villes d'Amérique. Premiers secours aux malades et blessés, etc.; par H. NACHTEL. Paris, G. Masson, 1884; br. in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey.)

La Grèce au point de vue naturel, ethnologique, anthropologique, démographique et médical; par le Dr CLON STEPHANOS. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. le Baron Larrey pour le Concours de Statistique.)

Le Monde physique; par A. GUILLEMIN, t. V : *la Météorologie;* 24e série, liv. 230 à 239. Paris, Hachette, 1884; gr. in-8° illustré.

Les thermes de l'Etat. Bourbon-l'Archambault, Bourbonne-les-Bains, Luxeuil, Néris; par A. CAZAUX. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°.

Etudes sur les surfaces; par M. A. LAFON. Lyon, F. Flan, 1884; in-8°.

Paquebot la Normandie. *Analyse du fonctionnement des machines; par* M. A. QUÉRUEL. Paris, Capiomont et Renault, 1884; br. in-8°.

De la justesse et de la fausseté de la voix. Etude de physiologie musicale; par H. BEAUNIS. Paris, J.-B. Baillière, 1884; br. in-8°. (Présenté par M. Marey.)

Le choléra. Sa non-contagion, ses causes, etc.; par le Dr CH. PIGEON (de la Nièvre). Fourchambault, chez l'auteur, 1884; in-8°. (Renvoi au Concours Bréant.)

Amélioration de l'espèce chevaline par des accouplements raisonnés; par L. ALASONIÈRE. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Adolph Hannover. *Anencephalia, Cyclopia, Synotia*. Kjobenhavn. B. Lunos, 1882; in-4°. (Présenté par M. Vulpian.)

The Norwegian north-atlantic expedition, 1876-1878; XI. *Zoology, Asteroida; by* D.-C. Danielssen and J. Koren. Christiania, 1884; in-4°.

Circulars of information of the Bureau of education; n°s 4, 5, 1884. Washington, Government printing office, 1884; 2 br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 octobre 1884.

Discours et éloges académiques; par J.-B. Dumas, membre de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. Tome I, Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°.

Histoire des Sciences et des savants depuis deux siècles; par A. de Candolle. 2e édition. Genève et Bâle, H. Georg, 1885; in-8°.

Traité d'Anatomie topographique avec applications à la Chirurgie; par P. Tillaux. 4e édition. Paris, Asselin et Houzeau, 1884; in-8°. (Présenté par M. Bouley.)

Cours élémentaire de Géologie stratigraphique; par Ch. Vélain. Paris, F. Savy, 1885; in-12. (Présenté par M. Hébert.)

Les Volcans, ce qu'ils sont et ce qu'ils nous apprennent; par Ch. Vélain. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Les cimetières depuis la fondation de la monarchie française jusqu'à nos jours : histoire et législation; par le Dr Gannal. Ier fascicule. Paris, Muzard, sans date; in-8°.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault; année 1883. Montpellier, typ. Boehm, 1884; in-4°.

Recherches historiques sur les mots plantes mâles *et* plantes femelles; *par* le Dr Saint-Lager. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-8°.

La liberté linguistique en France; par G. de Frézals. Montpellier, imp. Hamelin, 1884; br. in-8°.

Notice sur la science de la transpiration des mains chaudes. — Le dermoscope, le malade et le médecin des eaux. — De la dermoscopie. — La dermoscopie et les maladies d'estomac, de la bile et du foie. — Le rhumatisme et la goutte à Vichy. — La dermoscopie et la phtisie. — Consultations médicales par le dermoscope; par le Dr Collongues. Paris et Nice; 7 br. in-18.

Le vinage et le sucrage des vins; par H. Messine. Paris, J. Michelet, 1885; br. in-8°.

Rapport sur les Travaux : 1° du Conseil central d'Hygiène publique et de Salu-

brité de la ville de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 2° des Conseils d'hygiène des arrondissements; 3° des médecins des épidémies, etc., pendant l'année 1883, *présenté à M. A. Catusse, préfet de la Loire-Inférieure.* Nantes, imp. Mellinet, 1884; in-8°.

Du manganèse; par E. Benoit. Paris, F. Savy, 1885; br. in-8°.

Du mouvement de l'aliénation mentale en France, de 1835 *à* 1882; *par* M. le Dr Lunier. Paris, F. Savy, 1884; br. in-8°.

A. de Grilleau. *Les aérostats dirigeables.* Paris, Dentu, 1884; 1 vol. in-18.

Muscologia gallica. Descriptions et figures des Mousses de France et de quelques espèces des contrées voisines; par T. Husnot. 2e livr. Paris, F. Savy; Cahan, T. Husnot, 1884; in-8°.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. T. IV, livr. 2 et 4. Stockholm, Beiger; Paris, Hermann, 1884; 2 livr. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Astronomical observations and researches made at Dunsink, the observatory of Trinity College, Dublin; fifth Part. Dublin, 1884; in-4°.

Charts showing the surface temperature of the Atlantic, Indian and Pacific Oceans. London, 1884; atlas grand aigle cartonné.

Memorie della regia Accademia di Scienze, Lettere ed Arti in Modena; série II, vol. II. Modena, 1884; in-4°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 NOVEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Additions au Mémoire sur les unités complexes.* Note de M. L. Kronecker.

« Je voudrais généraliser et simplifier à la fois les considérations contenues dans la première Partie du Mémoire que j'ai communiqué à l'Académie, en janvier 1883.

» 1. Désignons par $(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho})$ un système de valeurs des variables réelles $x_1, x_2, \ldots, x_k$, c'est-à-dire un point de la variété $k^{\text{ième}}(x_1, x_2, \ldots, x_k)$; on sait que l'on peut représenter ce point par la forme linéaire à coefficients indéterminés $u_1 x_{1\rho} + u_2 x_{2\rho} + \ldots + u_k x_{k\rho}$ (1).

» Prenons m points quelconques et partageons-les en g groupes arbitraires; un de ces groupes, au moins, en contiendra $\frac{m}{g} + p$, où $p \geqq 0$. Il n'est pas nécessaire que les points considérés soient tous différents, et, s'il

(1) *Crelle*, t. 92, p. 49.

y a des points identiques, il n'est pas nécessaire qu'ils fassent partie du même groupe.

» 2. En posant

$$x_\alpha = w' y'_\alpha + w'' y''_\alpha + \ldots + w^{(n)} y^{(n)}_\alpha = (w, y_\alpha) \qquad (\alpha = 1, 2, \ldots, k),$$

$y'_\alpha, y''_\alpha, \ldots, y^{(n)}_\alpha$ étant des quantités réelles déterminées et $w', w'', \ldots, w^{(n)}$ des variables réelles, à chaque point de la variété $n^{\text{ième}}(w', w'', \ldots, w^{(n)})$ correspond un point de la variété $k^{\text{ième}}$ $(x', x'', \ldots, x^{(k)})$. Si, pour fixer les m points $(\alpha_1, x_2, \ldots, x_k)$ du n° 1, nous fixons m points

$$(w'_\rho, w''_\rho, \ldots, w^{(n)}_\rho) \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, m),$$

il y en aura $\frac{m}{g} + p$ tels que leurs correspondants $(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho})$ soient contenus dans un même groupe ([1]). Et si nous formons les m systèmes $(w'_\rho, w''_\rho, \ldots, w^{(n)}_\rho)$ en prenant t nombres entiers consécutifs pour chacun des n éléments du système $(w', w'', \ldots, w^{(n)})$, nous aurons $m = t^n$.

» 3. Si J_α désigne une quantité telle que la valeur de

$$w' y'_\alpha + w'' y''_\alpha + \ldots + w^{(n)} y^{(n)}_\alpha$$

reste comprise dans un intervalle J_α, lorsque chaque coefficient $w^{(k)}$ prend toutes les valeurs comprises dans un intervalle égal à l'unité, il est bien évident que les quantités $x_{\alpha 1}, x_{\alpha 2}, \ldots, x_{\alpha m}$ seront comprises dans un intervalle égal à tJ_α. Ces intervalles $tJ_1, tJ_2, \ldots, tJ_k$ déterminent un prismatoïde $P^{(k)}_t$ dans lequel sont situés les m points

$$(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho}) \qquad (\rho = 1, 2, \ldots, m).$$

» 4. Pour former les g groupes arbitraires du n° 1, partageons J_α en θ_α parties égales ([2]), par conséquent $P^{(k)}_t$ en $\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k$ prismatoïdes partiels $\Pi^{(k)}_t$, et comprenons dans un même groupe tous les points situés dans un même prismatoïde $\Pi^{(k)}_t$. Nous aurons alors $g = \theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k$, et, comme $m = t$, l'un au moins des prismatoïdes partiels contiendra un nombre de

---

([1]) Ce résultat nous conduit immédiatement à celui du n° 3 de mon Mémoire précédent, pour $g = t_1 t_2 \ldots t_\nu$. L'hypothèse du n° 1, relative aux quantités z, peut être omise sans que les développements des n°s 1, 2, 3 en soient affectés, pourvu que nous admettions, comme nous le faisons ici, des expressions $w'z' + w''z'' + \ldots + w^{(n)} z^{(n)}$ dont les valeurs sont égales.

([2]) Quelques-uns des nombres θ_α peuvent être égaux à l'unité.

points

$$[(w_\rho, y_1), (w_\rho, y_2), \ldots, (w_\rho, y_k)]$$

égal à

$$\frac{t^n}{\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k} + p, \quad \text{où} \quad p \geqq 0.$$

» Le prismatoïde $P_t^{(k)}$ est limité, entre autres, par 2^{k-a} prismatoïdes de variété $a^{\text{ième}}$ $(x_1, x_2, \ldots, x_a)$. Pour chacun de ces prismatoïdes les quantités $x_{a+1}, \ldots, x_k$ ont des valeurs déterminées. Soit $P_t^{(a)}$ le prismatoïde pour lequel $x_{a+1} = \xi_{a+1}, \ldots, x_k = \xi_k$. A chaque point $(x_{1\rho}, x_{2\rho}, \ldots, x_{k\rho})$ de $P_t^{(k)}$ correspond un point $(x_{1\rho}, \ldots, x_{a\rho}, \xi_{a+1,\rho}, \ldots \xi_{k\rho})$ de $P_t^{(a)}$; donc au prismatoïde $\Pi_t^{(k)}$ correspond un prismatoïde $\Pi_t^{(a)}$, et $P_t^{(a)}$ est ainsi divisé en $\theta_1 \theta_2 \ldots \theta_a$ prismatoïdes $\Pi_t^{(a)}$.

» 5. Dans ce qui va suivre, nous considérerons des fonctions homogènes de dimension *un*, ne dépendant que des valeurs absolues de leurs arguments réels et n'étant jamais ni négatives ni infinies pour des valeurs finies de ces mêmes arguments, ne s'évanouissant d'ailleurs que si tous les arguments sont nuls, comme par exemple la valeur absolue de $\sqrt{x_1^2 + \ldots + x_k^2}$ ou encore de $\sqrt[4]{x_1^4 + \ldots + x_k^4}$. Nous désignerons par $D(x_1, x_2, \ldots, x_k)$ ces fonctions qui sont, en quelque sorte, *distantives* par rapport aux deux points $(x_1, \ldots, x_k)$ et $(0, \ldots, 0)$.

» Si Δ est la valeur maximum de $D(x_1 - x'_1, \ldots, x_a - x'_a, 0, \ldots, 0)$ pour deux points quelconques

$$(x_1, \ldots, x_a, \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k) \text{ et } (x'_1, \ldots, x'_a, \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k)$$

du prismatoïde $P_t^{(a)}$, nous aurons, en considérant deux points

$$(x_{1\rho}, \ldots, x_{a\rho}, \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k) \text{ et } (x'_{1\rho}, \ldots, x'_{a\rho}, \xi_{a+1}, \ldots, \xi_k)$$

situés dans un même prismatoïde partiel $\Pi_t^{(a)}$ et en faisant usage de l'homogénéité de D, l'inégalité

$$D(x_{1\rho} - x'_{1\rho}, \ldots, x_{a\rho} - x'_{a\rho}, 0, \ldots, 0) \leqq \frac{\Delta}{\theta_a},$$

pourvu que nous choisissions $\theta_1 = \theta_2 = \ldots = \theta_a$. Et, si S_a est la valeur maximum de la fonction distantive D pour deux points quelconques du prismatoïde de variété $a^{\text{ième}}$ déterminé par les quantités $J_1, \ldots, J_a$ du n° 3, nous pourrons remplacer cette inégalité par la suivante :

$$D(x_{1\rho} - x'_{1\rho}, \ldots, x_{a\rho} - x'_{a\rho}, 0, \ldots, 0) \leqq \frac{t S_a}{\theta_a}.$$

» La différence $x_{\alpha\rho} - x'_{\alpha\rho}$ est, d'après le n° 2, une fonction homogène linéaire de $y'_\alpha, y''_\alpha, \ldots, y^{(n)}_\alpha$, à coefficients entiers, plus petits que t, en valeur absolue. Si donc nous écrivons

$$x_{\alpha\rho} - x'_{\alpha\rho} = c'_\rho y'_\alpha + c''_\rho y''_\alpha + \ldots + c^{(n)}_\rho y^{(n)}_\alpha = (c_\rho, y_\alpha),$$

l'inégalité précédente nous montre, en tenant compte des développements du n° 4, que nous pouvons toujours déterminer $\frac{t^n}{\theta_1\theta_2\ldots\theta_k} + p - 1$ systèmes d'entiers c, satisfaisant à la fois aux inégalités

$$|c'_\rho| < t; \quad |c''_\rho| < t; \quad \ldots; \quad |c^{(n)}_\rho| < t;$$
$$D[(c_\rho, y_1), (c_\rho, y_2), \ldots, (c_\rho, y_a), 0, \ldots, 0] \leqq \frac{tS_a}{\theta_a}.$$

Pour être certain qu'il y a de tels systèmes, c'est-à-dire que

$$\frac{t^n}{\theta_1\theta_2\ldots\theta_k} + p - 1 > 0,$$

il suffit de choisir les nombres $t, \theta_1, \theta_2, \ldots, \theta_k$, de manière que

$$t^n > \theta_1\theta_2\ldots\theta_k.$$

» Si, au lieu d'une seule fonction distantive D, nous en avions considéré plusieurs, $D', D'', \ldots, D^{(\nu)}$, rien ne serait changé aux développements précédents. Nous voyons donc immédiatement qu'il existe des entiers c plus petits que t, en valeur absolue, et tels que les valeurs des ν fonctions $D', D'', \ldots, D^{(\nu)}$, dont les arguments sont (c_ρ, y_α), ne dépassent pas respectivement $\frac{tS_a}{\theta_a}, \frac{tS_b}{\theta_b}, \ldots$, a étant le nombre d'arguments différents de zéro de la fonction D', b étant le nombre d'arguments différents de zéro de la fonction D'', ...

» En particulier, lorsque les arguments de D', différents de zéro, sont $x_{a+1}, \ldots, x_{a+b}$, que ceux de D'' sont $x_{a+b+1}, \ldots, x_{a+b+c}$, et ainsi de suite, la somme $a + b + c + \ldots$ étant égale à k, nous sommes certains de pouvoir trouver des entiers c_ρ vérifiant les n inégalités

$$|c'_\rho| < t, \quad |c''_\rho| < t, \quad \ldots, \quad |c^{(n)}_\rho| < t,$$

ainsi que les ν inégalités

$$D[(c_\rho, y_1), \ldots, (c_\rho, y_a), 0, \ldots, 0] \leqq \frac{tS_a}{\theta_a},$$
$$D[0, \ldots, 0, (c_\rho, y_{a+1}), \ldots, (c_\rho, y_{a+b}), 0, \ldots, 0] \leqq \frac{tS_b}{\theta_b},$$
$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

pourvu que $t^n > \theta_1 \theta_2 \ldots \theta_k$. Puisque

$$\theta_1 = \theta_2 = \ldots = \theta_a; \quad \theta_{a+1} = \theta_{a+2} = \ldots = \theta_{a+b}; \quad \ldots,$$

en posant $\theta_a^a = t_1$, $\theta_{a+b}^b = t_2$, ..., la condition précédente devient

$$t^n > t_1 t_2 \ldots t_\nu.$$

» Le résultat que nous venons d'obtenir est plus général que celui du n° 5 du Mémoire déjà cité; il lui est identique lorsque chacun des entiers a, b, ... est égal à 1 ou 2, et que les fonctions distantives D', D'', ..., $D^{(\nu)}$ expriment vraiment la distance des points dont elles dépendent. Cette dernière condition est, d'ailleurs, inutile lorsqu'un seul des arguments de D est différent de zéro, car, dans ce cas, D se réduit toujours à la valeur absolue de son unique argument.

» **6.** En substituant les expressions $c' y'_\alpha + \ldots + c^{(n)} y_\alpha^{(n)}$ aux arguments $x_\alpha - x'_\alpha$ des fonctions distantives D, ces dernières deviennent des fonctions déterminées de c', c'', ..., $c^{(n)}$; nous les désignerons par Δ', Δ'', ..., $\Delta^{(\nu)}$. Les considérations qui précèdent nous donnent le moyen de résoudre approximativement, par des systèmes d'entiers, les ν équations

$$\Delta' = 0, \quad \Delta'' = 0, \quad \ldots, \quad \Delta^{(\nu)} = 0.$$

» En effet, pour $\theta_a = t^{1+\sigma_1}$, $\theta_b = t^{1+\sigma_2}$, ... (1), la condition $t^n > t_1 t_2 \ldots t_\nu$ devient

$$a(1+\sigma_1) + b(1+\sigma_2) + \ldots < n \quad \text{ou bien} \quad a\sigma_1 + b\sigma_2 + \ldots < n - k;$$

et, en substituant aux arguments c les nombres c_ρ, nous avons

$$\Delta' \leqq t^{-\sigma_1} S_a, \quad \Delta'' \leqq t^{-\sigma_2} S_b, \quad \ldots.$$

» Donc, pour que n soit plus grand que k et que nous prenions pour σ_1, σ_2, ... des quantités positives, vérifiant l'inégalité

$$a\sigma_1 + b\sigma_2 + \ldots < n - k,$$

les valeurs de Δ', Δ'', ... pourront être rendues aussi petites que l'on veut, en choisissant le nombre t suffisamment grand. On voit aussi que, en augmentant t, on obtient de nouveaux systèmes $(c'_\rho, c''_\rho, \ldots, c_\rho^{(n)})$ vérifiant simultanément, avec une approximation de plus en plus grande, les ν équa-

(1) Comparez n° 9 de mon Mémoire *Sur les unités complexes*.

tions $\Delta = 0$, à moins qu'il n'y ait un système $(c'_\rho, c''_\rho, \ldots, c^{(n)}_\rho)$ les vérifiant absolument.

» Remarquons que l'on peut considérer la résolution approximative des ν équations $\Delta = 0$ comme une résolution approximative des k équations linéaires $(c, y_\alpha) = 0$, telles que les fonctions distantives $D', D'', \ldots, D^{(\nu)}$ des petites valeurs de (c, y_α) deviennent elles-mêmes petites d'un ordre déterminé par $\sigma_1, \sigma_2, \ldots, \sigma_\nu$.

» 7. Dans le cas particulier du Mémoire plusieurs fois cité, nous obtenons ainsi une résolution approximative des équations du n° 7 :

$$c' z'_\alpha + c'' z''_\alpha + \ldots + c^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0 \qquad (\alpha = 1, \ldots, x),$$

en posant $y_\alpha = z_\alpha$ lorsque la fonction D est égale à $|(c, y_\alpha)|$ et $y_\alpha + i y_\beta = z_\alpha$, $y_\alpha - i y_\beta = z_\beta$ lorsqu'elle est égale à $|(c, y_\alpha) + i(c, y_\beta)|$; k est alors égal à λ. L'approximation est alors telle que la valeur absolue des nombres c reste plus petite que t et que les valeurs absolues des expressions (c, z_α) sont de l'ordre $t^{-\sigma_\alpha}$. Il faut remarquer que si z_α et z_β sont des imaginaires conjuguées, on a $\sigma_\alpha = \sigma_\beta$.

» Nous avons, dans le n° 7, choisi tous les σ égaux, donc $b = \frac{n}{\lambda} - 1$; en d'autres termes, nous avons considéré le cas où l'approximation de toutes les équations est de l'ordre $t^{1-\frac{n}{\lambda}}$.

» Dans ce même numéro, nous avons passé de la résolution approximative des équations à coefficients entiers $(c, z_\alpha) = 0$ à celle des équations à coefficients rationnels $z'_\alpha + \gamma'' z'_\alpha + \gamma^{(n)} z^{(n)}_\alpha = 0$. L'ordre d'approximation de cette dernière équation est $t^{-\frac{n}{\lambda}}$, à condition toutefois que l'un au moins des coefficients c, celui par lequel nous divisons (c, z_α), soit vraiment d'ordre t. Nous avons omis de parler de cette condition. Pour qu'elle soit satisfaite, il est nécessaire et suffisant que l'approximation donnée par les coefficients c soit la meilleure possible.

» En effet, si, dans une certaine approximation, le plus grand des coefficients c est de l'ordre t^ρ, où $\rho \leqq 1$, tandis que (c, z_α) est de l'ordre $t^{-\sigma_\alpha}$, nous avons aussi, en écrivant t au lieu de t^ρ, une approximation de l'ordre $t_1^{-\frac{\sigma_\alpha}{\rho}}$, le plus grand des coefficients c étant de l'ordre t_1. Si ρ est plus petit que *un*, il y a donc une approximation meilleure que $t^{-\sigma_\alpha}$, et inversement, si nous savons qu'il n'y a pas de meilleure approximation que $t^{-\sigma_\alpha}$, nous pouvons en conclure que $\rho = 1$, c'est-à-dire que l'un au moins des

coefficients c, qui sont, par hypothèse, plus petits que t, atteint l'ordre de t.

» Nous avons indiqué, dans les n°s 7 et 8, les cas où la méthode suivie nous donne sûrement la meilleure approximation possible.

» Nous avons ensuite appliqué les résultats obtenus à la réduction approximative d'une équation $F(z) = 0$ de degré n. Nous avons montré que l'on obtient la meilleure approximation possible lorsque l'équation réduite est choisie de degré $(n-1)$. Alors, comme nous venons de le voir, l'un au moins des coefficients c_ρ, par exemple $c_\rho^{(h)}$, est nécessairement de l'ordre t; si donc c'_ρ était d'un ordre moindre, le quotient $\frac{c_\rho^{(h)}}{c'_\rho}$ croîtrait indéfiniment avec t, ce qui est impossible lorsque l'équation $\Phi(z) = 0$ doit être vérifiée approximativement par $(n-1)$ des racines de $F(z) = 0$. Donc, pour $\lambda = n-1$, nous pourrons passer de l'équation réduite

$$c'_\rho z^{n-1} + \ldots + c_\rho^{(n)} = 0$$

à l'équation $\Phi(z) = 0$, où le coefficient de la plus haute puissance de z est égal à l'unité. Il faut nous restreindre à ce cas $\lambda = n-1$, parce que, pour $\lambda < n-1$, il pourrait arriver que c'_ρ fût d'un ordre inférieur à t.

» Il résulte de ce qui précède qu'il faut chercher à faire la réduction approximative d'une équation de degré n par une équation de degré $(n-1)$ à coefficients réels, vérifiée approximativement par $(n-1)$ des racines de l'équation donnée. »

M. le Colonel **Perrier** offre à l'Académie, de la part de M. le Ministre de la Guerre, la quatrième livraison de la Carte d'Afrique à l'échelle du $\frac{1}{2000000}$, exécutée au Dépôt de la Guerre par le capitaine de Lannoy.

Cette livraison comprend six feuilles dénommées :

34. Libreville,	40. Ounianzinge,
35. Inguimma,	43. Saint-Paul de Loanda,
39. San Salvador,	44. Kabébé,

embrassant toute la région du Congo.

M. Perrier dépose sur le Bureau trois assemblages de la même Carte, correspondant aux régions du Niger, du Congo et du Cap, qui pourront être consultés utilement par les représentants de la France et des pays étrangers, au prochain Congrès de Berlin où vont être débattues les questions relatives à l'Afrique occidentale.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

NAVIGATION AÉRIENNE. — *Note sur l'aérostat dirigeable de MM.* Renard *et* Krebs; par M. **Hervé Mangon.**

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

« Je suis heureux de pouvoir informer l'Académie que MM. les capitaines Renard et Krebs viennent d'exécuter avec un plein succès, dans la même journée, deux nouvelles ascensions à l'aide de leur ballon dirigeable.

» L'aérostat s'est élevé samedi dernier, 8 novembre, à midi un quart, de l'atelier de Chalais-Meudon. Il s'est dirigé en ligne droite vers le nord inclinant à l'est. Il a traversé le chemin de fer, un peu au-dessus de la station de Meudon, puis les deux bras de la Seine légèrement en aval des ponts de Billancourt. Arrivés au-dessus du village de ce nom, MM. Renard et Krebs ont arrêté l'hélice pendant un instant pour mesurer la vitesse du vent. Dans cette première partie du voyage, le vent soufflait à raison de 8^{km} à l'heure, le navire aérien marchait contre le vent avec une vitesse absolue de 23^{km} à l'heure et, par conséquent, avec une vitesse effective de 15^{km}.

» L'hélice ayant été remise en mouvement, le ballon gouvernant à droite a décrit au-dessus de Billancourt un demi-cercle de 160^{m} de diamètre environ, puis a suivi une trajectoire parallèle à la première, pour venir atterrir sur la pelouse d'où il était parti.

» Vers 3^{h}, le même jour, le ballon s'est élevé de nouveau. La brume qui couvrait les plateaux empêchait de voir à plus de 1^{km} et ne permettait pas de s'éloigner sans courir le risque de perdre de vue le point d'atterrissement. MM. Renard et Krebs, dans ce second voyage, se sont donc bornés à exécuter autour de l'atelier de nombreuses manœuvres avec vent debout, vent de côté et vent arrière. Tantôt arrêtant l'hélice pour se laisser entraîner, tantôt la remettant en mouvement et reprenant immédiatement leur route, pour revenir, après trente-cinq minutes d'expérience, redescendre au point de départ.

» Ainsi que j'avais eu l'honneur de le dire devant l'Académie, quelques jours après la mémorable ascension du 9 août, le problème de la direction des ballons est aujourd'hui *pratiquement résolu*. Les plus sceptiques ne

peuvent plus élever un doute. La France possède dès aujourd'hui un petit navire de l'air; elle fera construire, dès qu'elle le voudra, le vaisseau de ligne de l'océan aérien. »

M. F. Larroque soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la grêle et les glaces atmosphériques.

(Commissaires : MM. Desains, Janssen, Cornu.)

M. P. Garrigou-Lagrange adresse, de Limoges, un Mémoire intitulé « Note sur l'Hygrométrie ».

(Renvoi au Concours du prix Jérôme Ponti.)

M. E. Cadoret adresse une Note sur les produits dérivés de l'écorce du chêne.

(Renvoi à l'examen de M. Fremy.)

M. Ch. Nodot adresse une Note relative à divers phénomènes optiques, observés à Bahia (Brésil) au moment du coucher du Soleil.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

MM. A. Ceci et E. Klebs adressent, par l'entremise de M. Pasteur, une Note sur l'étiologie du choléra asiatique.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Recueil de documents concernant l'application de la lumière électrique à l'éclairage des navires passant par le canal de Suez. (Présenté par M. de Lesseps.)

ASTRONOMIE. — *Observations (équatorial de 6 pouces Brunner de l'observatoire de Lyon), éléments et éphéméride de la comète Wolf;* par M. **Gonnessiat.**

Dates. 1884.	Temps moyen de Lyon.	$\star\!\!\!\!\!<\star$. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	δ app.	⋆.
	h m s	s	′ ″		h m s	° ′ ″	
Oct. 25.....	8.22,12	+16,20	−10.11,8	20:20	21.56.45,01	+5.54.33,4	*g′*
28.....	7.34, 0	−22,51	+ 2. 8,3	20:20	22. 2.28,57	4.39. 9,4	*h*
30.....	8. 4, 3	+35,66	− 3.50,4	20:20	22.6. 32, 7	3.49.41,3	*i′*
Nov. 4.....	7.48,35	−33,29	− 1.23,5	20:20	22.17. 2,75	1.55.21,2	*j′*
5.....	8.14,37	+10,39	+ 0.49,8	20:20	22.19.16,21	1.33.29,5	*k*

	⋆′ − ⋆.		Nombre de comp.	⋆.	1884,0. α moy.	δ moy.	Autorités.
	m s	′ ″			h m s	° ′ ″	
g′ − *g*...	+2. 5,32	−5.33,1	12:15	*g*	21.54.20,22	+6. 9.43,5	18 Pég. R., Y., Schj.
	»			*h*	22. 2.47,90	+4.36.26,7	9034 Schj.
i′ − *i*....	+3.26,74	−4. 7,8	10:10	*i*	22. 2.27,08	+3.57. 5,2	1 obs. mér. Lyon.
j′ − *j*....	−1.21,86	−7.45,8	8:12	*j*	22.18.54,66	+2. 3.58,0	Id.
	»			*k*	22.19. 2,53	+1.32. 7,0	Id.

» Les positions apparentes de la comète sont corrigées de la parallaxe.

» Des observations suivantes : 21 septembre, Dresden, Leipzig, Lund, Kiel ([1]); 10 octobre, Marseille, Kiel, Bothkamp ([2]); 4-5 novembre, Lyon, j'ai déduit pour éléments de l'orbite de cette comète :

$$T = \text{nov. } 17,75840 \text{ T. M. Paris}$$

$$\left.\begin{aligned} \pi - \Omega &= 172^\circ.41'.31'',4 \\ \Omega &= 206.17.51,6 \\ i &= 25.19.13,0 \end{aligned}\right\} \text{moy. éq., } 1884,0$$

$$\varphi = 34.20.30,0$$
$$\log q = 0,196981$$
$$\mu = 517'',101$$

Représentation du lieu moyen : (O-C) $\Delta\lambda = -0'',6$, $\Delta\beta + 0'',2$

([1]) Les comparaisons du 21 septembre sont toutes rapportées à l'étoile 41437 Lalande, dont j'ai adopté pour position moyenne 1884,0 : $\alpha = 21^h 13^m 57^s,43$, $\delta = 21^\circ 53' 23'',1$, résultant d'une observation méridienne faite à Kiel, et d'une autre faite à Lyon.

([2]) D'après une observation méridienne faite à Lyon pour chacune des étoiles de comparaison du 10 octobre, j'ai corrigé ainsi les positions publiées : Marseille, $+0^s,86$, $-1'',9$; Kiel, $+0^s,04$, $+6'',0$; Bothkamp, $-0^s,20$, $-1'',8$.

» Les coordonnées rectilignes rapportées à l'équateur ont pour expressions :

$$x = [\bar{1},992061]\, r \sin(106^\circ 45' 45'',4 + v),$$
$$y = [\bar{1},999985]\, r \sin(16.40.25,1 + v),$$
$$z = [\bar{1},277946]\, r \sin(104.17.11,3 + v).$$

» On en conclut l'éphéméride suivante pour minuit, temps moyen de Paris :

Dates 1884.		α app.	δ app.	log Δ.	I.
		h m s	° ′ ″		
Novembre	9........	22.28.35,7	+ 0. 8.51	$\bar{1}$,9670	0,87
»	11........	33.11,9	0.28.41	»	»
»	13........	37.52,5	1. 4.12	$\bar{1}$,9786	0,83
»	15........	42.37,3	1.37.42	»	»
»	17........	47.25,8	2. 9.10	$\bar{1}$,9908	0,79
»	19........	52.17,8	2.38.35	»	»
»	21........	57.12,9	3. 6. 0	0,0035	0,74
»	23........	23. 2.10,8	— 3.31.25	»	»
»	25........	23. 7.11,1	— 3.54.52	0,0169	0,70
»	27........	12.13,4	4.16.23	»	»
»	29........	17.17,6	4.36. 0	0,0300	0,65
Décembre	1........	22.23,3	4.53.47	»	»
»	3........	27.30,3	5. 9.45	0,0435	0,61
»	5........	32.38,0	5.33.59	»	»
»	7........	37.46,7	5.36.29	0,0573	0,57
»	9........	23.42.55,9	— 5.47.21	»	»

» L'intensité du 21 septembre est prise pour unité. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf (1884), faites au cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux;* par M. **Courty**. (Transmises par M. G. Rayet.)

Date. 1884.		Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Distance apparente au pôle nord.	Log. fact. parallaxe.
		h m s	h m s	° ′ ″	
Octobre	19......	7.51.16,99	21.46. 2,03	81.23. 4,8	—$\bar{1}$,2838
	22......	7.44.39,67	21.51.13,27	82.45.27,5	—$\bar{1}$,2698
	23......	7.42.31,05	21.53. 0,86	83.12.21,4	—$\bar{1}$,2654
	25......	7.38.20,46	21.56.42,59	84. 5.12,2	—$\bar{1}$,2570
	30......	7.28.27,56	22. 6.30,92	86.10.10,5	—$\bar{1}$,2380
	31......	7.26.33,65	22. 8.33,26	86.33.52,2	—$\bar{1}$,2545
Novembre	1......	7.24.42,54	22.10.38,40	86.57.35,1	—$\bar{1}$,2311

» Les trois dernières observations ont été très difficiles, à cause de la présence de la Lune, qui rendait la comète extrêmement faible. »

ASTRONOMIE. — *Sur les sinuosités et les variations de courbure de la limite d'ombre pendant les éclipses de Lune.* Note du P. Lamey.

« On attribue fréquemment aux aspérités et aux inégalités de courbure du sphéroïde terrestre les ondulations et renflements variables de la limite d'ombre dessinés sur la Lune lors d'une éclipse, sans avoir pourtant réussi jusqu'à ce jour à établir entre ces deux ordres de faits une corrélation bien évidente. Dans le but d'éclaircir cette question, j'ai relevé avec soin les sinuosités et variations de courbure que j'ai observées dans les éclipses de Lune du 11 avril 1865, du 3 septembre 1876 et du 4 octobre 1884. Les conclusions positives auxquelles je suis arrivé sont loin de confirmer cette ancienne interprétation; je les discuterai dans une Note de quelque étendue, destinée à paraître prochainement, et dont les traits les plus saillants peuvent se résumer ainsi:

» 1. En assimilant à des arcs de cercle les courbes apparentes formées par l'intersection du globe lunaire avec le cône d'ombre de la Terre, j'ai trouvé que les rayons de ces cerclés variaient considérablement, au moins de 2 à 1, alors que la Lune était entamée dans le rapport de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{3}$ de son rayon. Cette variation ne paraît pas progresser régulièrement, au fur et à mesure de l'entrée du satellite dans l'ombre, le rayon de l'arc de cercle se remettant à croître à l'approche de la région centrale du disque; c'est du moins ce qui résulte de plusieurs tracés obtenus dans la soirée du 4 octobre dernier, en profitant des éclaircies de courte durée que le ciel présentait à Grignon.

» 2. Ces grandes variations de courbure doivent être *principalement* attribuées à ce fait, que la silhouette de notre planète se projette sur une surface sphéroïdale, qui ne saurait être assimilée, au point de vue des apparences, à une surface plane perpendiculaire au rayon visuel. La plus simple expérience suffit du reste pour s'en convaincre.

» 3. Outre ces variations dans la courbure générale, la limite d'ombre et de lumière présente çà et là de petites sinuosités, qui persistent souvent pendant plusieurs minutes : elles ne peuvent être attribuées aux aspérités montagneuses de la Terre; car, lorsque l'on compare les variations de ces sinuosités avec les inégalités du sol lunaire sur lesquelles elles se projettent, on constate une corrélation évidente. Ainsi, dans la première phase

d'entrée d'une éclipse, les sinuosités convexes et proéminentes du côté de la lumière correspondent aux parties de la courbe d'ombre qui descendent une côte; ces mêmes sinuosités deviennent, au contraire, concaves et rentrantes, quand la courbe vient à monter une pente inclinée. Ce phénomène est surtout visible dans les régions très accidentées du sol, par exemple lorsque la ligne d'ombre traverse *mare crisium* et *mare serenitatis*. Les ondulations de l'ombre dénotent, au centre de ces vastes plaines, une grande dépression, tandis que les régions montagneuses avoisinantes montrent une surélévation concentrique très accentuée, eu égard au niveau moyen du sol lunaire. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation analogue à l'équation de Kummer*. Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« Étant données deux équations linéaires du second ordre à coefficients rationnels et à intégrales régulières,

$$(1)\qquad \frac{d^2y}{dx^2} + p\frac{dy}{dx} + qy = 0,$$

$$(2)\qquad \frac{d^2z}{dt^2} + P\frac{dz}{dt} + Qz = 0,$$

où p et q sont fonctions de x, P et Q fonctions de t, on sait qu'on peut toujours passer de l'une à l'autre en posant $y = \varpi z$, $x = \varphi(t)$, ϖ et $\varphi(t)$ étant des fonctions convenables de t. En particulier, la fonction $x = \varphi(t)$ est déterminée par l'équation différentielle du troisième ordre

$$(3)\qquad \frac{x'''}{x'} - \frac{3}{2}\left(\frac{x''}{x'}\right)^2 + \left(2q - \frac{1}{2}p^2 - \frac{dp}{dx}\right)x'^2 = 2Q - \frac{1}{2}P^2 - \frac{dP}{dt}.$$

» L'équation de Kummer est un cas particulier de l'équation (3), que l'on obtient en supposant que les équations (1) et (2) se réduisent à deux équations hypergéométriques. Les cas où cette équation (3) admet pour intégrale une fonction rationnelle de la variable t présentent un intérêt particulier; car, dans ces cas, l'intégration de l'équation (2) se ramène à l'intégration de l'équation (1), ou inversement. On peut appliquer à l'étude de ces intégrales rationnelles les mêmes procédés dont je me suis déjà servi pour l'équation de Kummer (*Comptes rendus*, février et mars 1884), sans autre difficulté nouvelle que la complication des calculs.

» La recherche de ces intégrales se ramène évidemment au problème

suivant : *Étant donnée une équation à p points singuliers (non apparents), trouver toutes les fonctions rationnelles $\varphi(t)$, telles que, en faisant le changement de variable $x = \varphi(t)$ dans cette équation et en multipliant les intégrales par une fonction convenable de t, la nouvelle équation ait seulement q points singuliers non apparents.*

» Soient $a_1, a_2, \ldots, a_p$ les p points singuliers non apparents de l'équation (1); $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_q$ les q points singuliers non apparents de la nouvelle équation, et $\mu_1, \mu_2, \ldots, \mu_q$ les p nombres entiers positifs, supérieurs à l'unité, qui dépendent des coefficients de la première équation. En étudiant l'effet du changement de variable $x = \varphi(t)$ sur l'équation proposée, on reconnaît aisément que la fonction $\varphi(t)$ doit jouir des propriétés suivantes : l'ordre de multiplicité des racines de l'équation $\varphi(t) = a_i$ $(i = 1, 2, \ldots, p)$, qui n'ont aucune des valeurs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_q$, doit être égal à μ_i ou à un multiple de μ_i. Ceci entraîne, pour la fonction $x = \varphi(t)$, $p - 1$ expressions de la forme suivante :

$$(4) \qquad x - a_i = \frac{\Pi_i (P_i)^{\mu_i}}{\Pi_p (P_p)^{\mu_p}},$$

en supposant $p = \infty$; Π_i désigne un produit de la forme $\prod_{k=1}^{k=q} (t - \alpha_k)^{r_i^k}$, et P_i un polynôme de degré n_i. Soient N_i le degré de Π_i et D le degré de $\varphi(t)$; on aura les relations

$$(5) \qquad D = N_i + n_i \mu_i, \quad (i = 1, 2, \ldots, p),$$

auxquelles il faut joindre la relation

$$(6) \qquad \sum_{i=1}^{i=p} (\mu_i - 1) n_i + \sum_{i=1}^{i=p} N_i - q + \Delta = 2D - 2$$

et l'inégalité

$$(7) \qquad \sum_{i=1}^{i=p} N_i \geqq q.$$

» La formule (6) n'est autre chose que la formule de Riemann donnant le genre d'une courbe algébrique appliquée au cas particulier de la fonction t de x, définie par l'équation $x = \varphi(t)$. Les équations (5), (6), (7) contiennent, comme indéterminées, les nombres N_i, D, Δ et certains des nombres n_i, les autres devant être nuls, et les valeurs correspondantes du nombre μ_i étant arbitraires; Δ est un nombre entier positif ou nul dont

j'omets, pour abréger, la signification, et qui dépend du nombre des points singuliers apparents.

» A toute fonction rationnelle répondant à la question correspond une solution des équations précédentes en nombres entiers et positifs. Inversement, à tout système de solutions en nombres entiers et positifs des équations (5), (6), (7) correspondent, en général, une ou plusieurs fonctions rationnelles. En effet, imaginons que l'on veuille calculer $\varphi(t)$ d'après les identités (4); on aura en tout un nombre de coefficients arbitraires égal à

$$\sum_{i=1}^{i=p} n_i + p + q - 1,$$

et les identités (4) entraînent $(p-2)(D+1)$ équations de condition. Or l'équation (6) peut s'écrire, en tenant compte des équations (5),

$$\sum_{i=1}^{i=p} n_i + q + p - 1 = (p-2)(D+1) + \Delta + 3,$$

et l'on voit qu'on aura $\Delta + 3$ coefficients de plus que d'équations. On en déduira donc, en général, une fonction rationnelle répondant à la question et contenant $\Delta + 3$ paramètres arbitraires. Je considérerai toutes ces fonctions rationnelles comme formant un seul *type*. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les courbes algébriques planes de degré quelconque.* Note de M. **Maurice d'Ocagne**, présentée par M. Jordan.

« Tous les théorèmes relatifs aux surfaces algébriques, que nous avons donnés dans une Note présentée récemment à l'Académie, conduisent à autant de propriétés des courbes algébriques planes. Plusieurs d'entre eux se complètent, même d'une manière intéressante, comme nous le ferons voir prochainement. Nous demanderons la permission d'y joindre deux propositions sur les courbes algébriques planes, dont nous n'avons pas encore trouvé la généralisation pour les surfaces; cette généralisation semble difficile et ne manquerait pas d'intérêt.

» Le premier de ces théorèmes s'énonce ainsi :

» *Le centre de gravité des projections d'un point sur les asymptotes d'une courbe algébrique se confond avec le centre de gravité des projections du même point sur les cordes communes à cette courbe algébrique et à ce point considéré comme cercle de rayon nul.*

» Voici le second :

» *Si sur chacune des tangentes communes à une courbe algébrique et à un cercle quelconques, on prend, à partir du point de contact sur la courbe algébrique, un segment qui soit vu du centre du cercle sous un angle droit, le centre de gravité des secondes extrémités de tous ces segments se confond avec le centre du cercle.*

» Ces théorèmes conduisent à diverses conséquences que nous ne développerons pas ici.

» Nous terminerons par une remarque générale au sujet des théorèmes contenus dans cette Note et dans la précédente, remarque dont il est indispensable de tenir compte, si l'on ne veut pas s'exposer à de graves erreurs. Il faut, dans l'application de tous ces théorèmes, avoir égard aux points imaginaires, ou situés à l'infini, et à l'ordre de multiplicité de tous les points.

» Un exemple pour éclaircir cette remarque : si l'on applique le second des théorèmes ci-dessus en prenant une conique et un cercle se coupant en deux points réels, c'est-à-dire n'ayant que deux tangentes communes réelles, il faudra néanmoins tenir compte des deux tangentes imaginaires fournissant chacune un point imaginaire; le centre de gravité de ces deux derniers points est, en effet, un point réel qui, considéré comme point double et pris avec les deux points situés sur les tangentes réelles, détermine le centre de gravité auquel se rapporte le théorème. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les mouvements atomiques et moléculaires.* Note de M. **M. Langlois**, présentée par M. A. Cornu.

« Avant de procéder à des recherches de Physique et de Chimie expérimentales, j'ai été conduit, afin de me guider par des vues personnelles plus complètes que celles que je pouvais avoir par les auteurs sur la constitution des corps et les petits mouvements, à une théorie qui m'a permis de retrouver par le calcul un certain nombre de résultats d'expérience.

» Cette théorie, qui a spécialement pour objet les mouvements *atomiques* et *moléculaires*, diffère entièrement de la théorie actuelle qui suppose les molécules animées d'un mouvement rectiligne et à de grandes distances les unes des autres par rapport à leurs dimensions respectives.

» Pour ma part, je les suppose en contact les unes avec les autres, et je les définis de la façon suivante, au moins en ce qui concerne les gaz :

» Des sphères de matière éthérée, à la surface desquelles se meuvent les atomes suivant une circonférence de grand cercle.

» J'établis, dans ce cas, la formule suivante du mouvement

$$M\frac{v^2}{2} = \frac{4}{3}\varpi\rho^3 Pg,$$

où M représente la masse moléculaire, v la vitesse de translation atomique à 0° par exemple, ρ le rayon moléculaire, P la pression extérieure par unité de surface, g l'intensité de la pesanteur 9,8.

» En supposant la molécule formée de deux atomes, $4\varpi\rho^2 Pg$ représente la tension moléculaire superficielle, $m\frac{v^2}{\rho}$ la force qui fait tendre un des atomes vers le centre, $m\frac{v^2}{4\rho}$ sa réaction sur l'autre atome diamétralement opposé. La résultante de ces forces est égale à $2\varpi\rho^2 Pg$, et le travail effectué pendant une variation de température représenté par

$$\int_{\rho'}^{\rho} 2\varpi\rho^2 Pg\,\delta\rho = \frac{2}{3}\varpi(\rho'^3 - \rho^3)Pg$$

et, pour 1^{kg} de gaz,

$$\sum \frac{2}{3}\varpi(\rho'^3 - \rho^3)Pg. \tag{1}$$

Les molécules étant en contact, on trouve que leur groupement naturel est le suivant : Les molécules d'une ligne sont tangentes deux à deux et chacune d'elles tangente à deux d'une ligne voisine. Dans ces conditions, V et V' désignant les volumes des gaz, on a

$$\sum \frac{4}{3}\varpi\rho^3 = V\frac{2\varpi}{9}, \quad \sum \frac{4}{3}\varpi\rho'^3 = V'\frac{2\varpi}{9},$$

de sorte que l'expression (1) devient

$$\frac{(V' - V)\varpi Pg}{9} \quad \text{et} \quad \frac{V\alpha\pi Pg}{9},$$

en supposant la variation de 1°, α étant le coefficient de dilatation du gaz.

» L'équivalent calorifique de cette variation ou chaleur spécifique est donc

$$\frac{1}{425}\frac{V\alpha\pi Pg}{9} = C.$$

» Le Tableau suivant permet de comparer les résultats du calcul et ceux de l'expérience :

	Calculé.	Observé.
Hydrogène H^2	3,406	3,409
Oxygène O^2	0,2137	0,217
Air	0,2363	0,2374
Azote Az^2	0,2432	0,2438
Acide chlorhydrique HCl	0,187	0,1852
Bioxyde d'azote AzO	0,2276	0,231

» Pour le chlore et le brome, je ne retrouve les résultats d'expérience qu'en supposant la molécule monoatomique et de volume moitié moindre que celle des autres gaz biatomiques, mais ces nombres ont été calculés en supposant $\alpha = 0,00367$ pour ces gaz. Ce coefficient n'a pas été déterminé : on sait seulement qu'il est plus élevé que pour les autres gaz; comme il n'y a pas de raisons pour que le chlore fasse exception à la loi des volumes, il est plus probable que le coefficient de dilatation de ce gaz est d'un tiers environ plus fort que 0,00367.

» Pour les gaz dont la molécule renferme 3 atomes, la formule de la chaleur spécifique devient

$$C = \frac{4}{3E}\,\frac{V\alpha\pi P g}{9}.$$

	α.	Calculé.	Observé.
Acide carbonique CO^2	0,00371	0,2095	0,216
Acide sulfureux SO^2	0,003903	0,1515	0,1544
Protoxyde d'azote AzO	0,003719	0,210	0,226

Peut-être le protoxyde, qui est endothermique, a-t-il éprouvé dans les expériences un commencement de dissociation.)

» Pour la vapeur d'eau, je prends la chaleur spécifique *moyenne* d'après la formule

$$C = \frac{4}{3Et}\,\frac{(V' - V)\pi P g}{9}.$$

» Pour la vapeur surchauffée à 1^{atm}, je prends les expériences de Hirn :

o	Pour 1^{kg}. mc
100	1,6504
162	1,93
200	2,08

» Calculé entre 100° et 200°, 0,4769; observé, 0,4796 (Regnault).

» Entre 100° et 162°, la chaleur spécifique moyenne est égale à 0,500 ; au-dessus de 162°, elle décroît et se rapproche de la valeur moyenne donnée par Regnault, 0,480.

» Quant à la chaleur spécifique à volume constant c, elle est donnée par

la relation

$$C = c + \frac{4c}{\pi^2} = 1,405c, \quad \text{d'où} \quad \frac{C'}{c} = 1,405,$$

obtenue en tenant compte de l'oscillation moléculaire qui accompagne la variation pour les gaz biatomiques.

» Pour les gaz triatomiques, on a la relation

$$C = c + \frac{2}{3}\frac{4c}{\pi^2} = 1,270c, \quad \text{d'où} \quad \frac{C}{c} = 1,270.$$

Gaz biatomiques.			Gaz triatomiques.		
	Calculé.	Observé.		Calculé.	Observé.
H^2	1,405	1,401 (Masson)	CO^2	1,270	1,274 (Masson)
O^2	»	1,401 »	SO^2	»	1,262 (Cazin)
Air	»	1,401 »	Az^2O	»	1,267 (Masson)
CO	»	1,409 »			
Az O	»	1,39 »			

» *Propagation du son.* — Pendant une détente, le centre moléculaire oscille à température constante avec une vitesse $\frac{v}{\pi}$, qui est la vitesse de propagation du son donnée par la formule générale

$$\frac{v}{\pi} = \frac{2g}{3}\sqrt{\frac{VP}{\pi}},$$

V étant le volume de 1^{kg} de gaz à la température pour laquelle on veut connaître la vitesse. Substituant les valeurs numériques, on trouve :

	Calculé.	Observé.
Air	330,89	333^m
Hydrogène	1253,2	1269
Acide carbonique	267,5	261,6
Protoxyde d'azote	266	261,9
Oxyde de carbone	335	337

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la pénétration de la lumière du jour dans les eaux du lac de Genève.* Note de MM. **H. Fol** et **Ed. Sarasin.**

« Les questions relatives à l'absorption de la lumière par des couches plus ou moins épaisses de l'eau très pure du lac Léman sont l'objet d'une série d'expériences, entreprises par une Commission de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève, sur l'initiative et sous la direction de M. Louis Soret (1).

(1) *Voir*, pour la composition de cette Commission et ses travaux, *Comptes rendus* du

» Nous avions été plus spécialement chargés de rechercher, à l'aide de la Photographie, la limite extrême qu'atteint la lumière du jour dans la profondeur du lac. Nos expériences ont consisté à exposer une plaque photographique à des profondeurs diverses, dans la région du lac où la couche d'eau atteint son maximum.

» Nous avons employé des plaques au gélatinobromure rapide de Monckhoven. Elles étaient renfermées dans un appareil spécial, imaginé par l'un de nous en vue de ces expériences ([1]). Il consiste en un châssis photographique en laiton, dont les deux plaques de recouvrement se ferment sous l'action d'une paire de leviers, accouplés en forme de ciseaux, tirés par un poids; elles s'écartent, au contraire, par l'effet d'un ressort antagoniste, dès que le poids de sonde, en touchant le fond, cesse d'agir sur les leviers. Connaissant la profondeur, on règle la longueur de la corde par laquelle le poids est suspendu à l'appareil, de manière à avoir la plaque photographique à découvert, dans une position horizontale, à la distance voulue de la surface de l'eau. Après une durée d'exposition déterminée, on retire l'appareil, qui se renferme aussitôt par la traction du poids. La durée de l'exposition a été de dix minutes dans toutes les expériences. Le développement a été effectué avec le révélateur normal à l'oxalate de fer, que l'on a fait agir uniformément pendant dix minutes sur chaque plaque. Celles-ci étaient toutes d'un même lot et recouvertes par conséquent de la même émulsion ([2]).

» Les expériences ont été faites en avant d'Évian, où le lac présente une plaine assez étendue de 315^{m} de profondeur. M. le Dr Marcet a bien voulu, avec la plus extrême obligeance, mettre, à deux reprises, à notre disposition son yacht à vapeur *le Héron;* M. le professeur Forel, de Morges,

---

10 mars 1884, p. 624, et *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. XI, p. 327; t. XII, p. 158; 1884.

([1]) Cet appareil a été construit sur les indications et les dessins de M. Fol, par la Société genevoise d'instruments de Physique.

([2]) Des essais préliminaires dans une eau peu profonde avaient démontré que l'appareil marchait à souhait et qu'étant fermé il pouvait rester au grand soleil sans qu'aucune infiltration de lumière atteignît la plaque. Dans l'exposition, le verre se trouvait en haut, du côté de la lumière. Sur cette face, avaient été tracés des caractères et des numéros au vernis noir. La netteté avec laquelle ces signes se sont reproduits en blanc, sur la plaque développée; la pureté des bords de l'image, qui, limitée par l'écartement des plaques de recouvrement, ne s'étendait que sur le milieu de la couche sensible, prouvent que la lumière ne pouvait pénétrer à notre insu.

a bien voulu non seulement nous prêter sa ligne de sonde, mais nous accompagner et nous aider de ses conseils et de son expérience.

» Le 16 août 1884, par un temps calme et un soleil brillant, nous exposâmes :

» 1. A 237^m de profondeur, deux plaques, l'une à midi et demi, l'autre à $1^h 7^m$;
» 2. A 113^m de profondeur, une plaque à $2^h 20^m$;
» 3. A 300^m de profondeur (15^m du fond), une plaque à $2^h 44^m$.

» Le 23 septembre 1884, par un temps couvert mais clair, nuages minces et assez lumineux, vent léger variant de l'est au nord, nous exposâmes :

» 4. A 147^m, une plaque à 1^h de l'après-midi;
» 5. A 170^m, une plaque à $2^h 26^m$;
» 6. A 113^m, une plaque à $3^h 3^m$;
» 7. A $90^m,50$, une plaque à $3^h 34^m$.

» Comme point de comparaison, nous avions, le 15 août, à 10^h du soir, exposé par une nuit claire, mais sans lune :

» 8. Une plaque à l'air libre pendant dix minutes;
» 9. Une plaque à l'air libre pendant cinq minutes.

» Au développement, il se trouva que la plaque 3 (300^m de profondeur) n'avait reçu aucune impression lumineuse quelconque. Il en fut de même de la plaque 1 (237^m). La plaque 5, à 170^m, était légèrement voilée, à peu près comme la plaque 9, exposée de nuit pendant cinq minutes. La plaque 4, à 147^m, avait été fortement impressionnée, plus que la plaque 8 exposée la nuit pendant dix minutes. Des deux plaques à 113^m, la plaque 6 du second jour est très noircie, tandis que la plaque 2 du premier jour n'est pas plus impressionnée que la plaque 4 du second jour. Enfin la plaque 7, exposée à 90^m, est tellement impressionnée que les caractères qui avaient été tracés au dos ne sont qu'incomplètement réservés sur le fond noir de la couche développée.

» En comparant les résultats obtenus dans les deux journées d'expériences, on est frappé de ce fait, que l'effet photographique a été beaucoup plus fort le 23 septembre que le 16 août.

» Nous sommes donc amenés à conclure de ces premiers essais :

» 1° Que la lumière du jour pénètre dans les eaux du lac de Genève à 170^m de profondeur et probablement un peu au delà; qu'à cette profondeur, la force d'éclairage en plein jour est à peu près comparable à celle que nous percevons par une nuit claire sans lune;

» 2° Qu'à 120^m la lumière est encore très forte;

» 3° Qu'en septembre, par un temps couvert, la lumière pénètre en plus grande abondance et plus profondément dans l'eau qu'en août, par un temps absolument beau. Des expériences ultérieures auront à nous apprendre si cette différence est attribuable à la plus grande transparence

de l'eau en automne et en hiver, que les expériences de M. Forel ([1]) ont mise hors de doute, ou bien si la lumière diffusée par les nuages pénètre mieux que les rayons plus ou moins obliques du Soleil.

» Avant nous, M. Asper ([2]) avait exposé des plaques au gélatinobromure dans le lac de Zurich, à des profondeurs comprises entre 40^m et 90^m. Il les descendait la nuit, les laissait exposées une journée entière et les retirait la nuit suivante. Mais la nuit la plus sombre est encore claire pour une plaque au gélatinobromure rapide. Nos expériences nous semblent faites dans des conditions plus probantes. Nous comptons poursuivre ces essais dans l'été de 1885.

» Nous désirons aussi, si possible, exécuter des expériences analogues dans la mer, où la plus grande transparence de l'eau peut faire supposer que la limite extrême des rayons lumineux se trouvera à un niveau encore plus bas.

» A cet égard, nous ne possédons encore aucune donnée satisfaisante, car les expériences de la croisière du *Porcupine* sont restées à l'état de projet, l'appareil imaginé par M. Siemens s'étant refusé à fonctionner. La limite de pénétration de la lumière du jour dans la mer est donc encore à trouver. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur un énoncé général des lois des équilibres chimiques.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans un travail récent sur les équilibres chimiques, M. Van't'Hoff a montré que la plupart de leurs lois expérimentales pouvaient être résumées dans l'énoncé suivant :

» *Tout équilibre entre deux états différents de la matière (systèmes) se déplace*

([1]) M. Forel a étudié, dès 1873, la transparence des eaux du lac de Genève, à l'aide de la méthode photographique; seulement il employait le papier d'argent albuminé, infiniment moins impressionnable que le gélatinobromure. Il plongeait les feuilles de papier albuminé la nuit à diverses profondeurs et les retirait au bout d'une ou plusieurs fois vingt-quatre heures. Cette méthode lui a donné, comme limite d'obscurité absolue, 45^m en été, 100^m en hiver approximativement. La plus grande abondance des poussières aquatiques pendant l'été, cause de la plus grande opacité, est due à la stratification thermique de l'eau pendant la saison chaude, d'où résulte la capacité de garder en suspension des poussières de densités différentes. (*Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. LIX, p. 137; 1877.)

([2]) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. VI, p. 318; 1881.

par un abaissement de la température vers celui des deux systèmes dont la formation développe de la chaleur [1].

» Il m'a semblé que cette loi pouvait être généralisée encore en étendant à la condensation ce qu'elle dit de la température; qu'on pouvait, de plus, lui donner une forme identique à celle des lois de tous les équilibres qui produisent un travail mécanique par leur déplacement et qui dépendent, par suite, du théorème de Carnot. L'énoncé que je propose fait rentrer les phénomènes chimiques *réversibles* dans la classe des phénomènes *réciproques*, à laquelle M. Lippmann [2] a récemment rattaché les phénomènes électriques réversibles.

» *Tout système en équilibre chimique stable soumis à l'influence d'une cause extérieure qui tend à faire varier soit sa température, soit sa condensation (pression, concentration, nombre de molécules dans l'unité de volume) dans sa totalité ou seulement dans quelques-unes de ses parties, ne peut éprouver que des modifications intérieures, qui, si elles se produisaient seules, amèneraient un changement de température ou de condensation de signe contraire à celui résultant de la cause extérieure.*

» *Ces modifications sont généralement progressives et partielles.*

» *Elles sont subites et complètes lorsqu'elles peuvent se produire sans changer la condensation individuelle des diverses parties homogènes qui constituent le système en équilibre, tout en faisant changer pourtant la condensation de l'ensemble du système.*

» *Elles sont nulles quand leur production ne peut pas amener de changements analogues à celui dû à la cause extérieure.*

» *Enfin, si ces modifications sont possibles, elles ne sont pas pour cela nécessaires. Dans les cas où elles ne se produisent pas et où le système reste inaltéré, l'équilibre, de stable qu'il était, devient instable, et il ne peut éprouver alors que des modifications tendant à le rapprocher des conditions de stabilité.*

» Quelques exemples d'équilibres, bien connus pour la plupart, montreront la généralité des applications de cette loi, qui embrasse également les phénomènes de fusion, de vaporisation, de dissolution, qui ne sauraient en aucune façon être distingués des phénomènes chimiques proprement dits.

» 1° *L'échauffement de la totalité d'un système amène des modifications endothermiques*, telles que *fusion* et *volatilisation* de tous les corps; *polymé-*

---

(1) Van't Hoff, *Études de Dynamique chimique*, p. 161.

(2) Lippmann, *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIV, p. 172.

risation de C^2Az, etc.; *transformations dimorphiques* réversibles de AgI; AzH^4O, AzO^5; *dissociation* de CO^2; CaO, CO^2; Bi^2O^3, $3AzO^5$, 4HO; *combinaison* endothermique réversible de CS^2 et très probablement aussi de AzO^5, etc.; *dissolution* endothermique de la plupart des sels; *cristallisation* endothermique de quelques sels : NaO, SO^3; CaO, HO, bien connus pour avoir une solubilité décroissante avec la température.

» 2° *L'échauffement partiel d'un système amène des modifications qui tendent toutes à refroidir la partie chauffée*, telles que la *propagation de la chaleur* par conductibilité, la production de courants *thermo-électriques*, les *changements de concentration* par diffusion, le *transport de métal* d'un point à l'autre d'une lame plongée dans une dissolution de l'un de ses sels.

» 3° *L'augmentation de condensation de la totalité d'un système maintenu à température constante amène des modifications qui tendent à diminuer la condensation du système*, telles que la *fusion* de la glace, la *solidification* de la paraffine, la *transformation dimorphique* de AgI, la *combinaison* des produits dissociés de CO^2.

» 4° *L'augmentation de condensation d'une partie d'un système amène des modifications tendant à diminuer la condensation de la partie altérée*, telles que *condensation* de la vapeur d'eau, *combinaison* de CaO + CO^2 au rouge, *diffusion* des dissolutions inégalement concentrées, *transport de métal* sur une lame plongeant dans une dissolution d'un de ses sels de concentration variable, *abaissement du point de fusion* d'un alliage ou d'un mélange de sels pendant sa solidification progressive.

» 5° *Les modifications de l'équilibre sont généralement progressives* : par exemple, dans la dissociation de CO^2, et en général dans tous les systèmes dont les éléments ne sont pas simplement juxtaposés, mais dont quelques-uns d'entre eux forment des mélanges homogènes.

» 6° *Les modifications de l'équilibre sont totales quand elles peuvent se produire sans altérer la condensation de chacune des parties du système, tout en altérant la condensation de l'ensemble du système*. Telle est la *condensation* de la vapeur d'eau, la *fusion* de la glace, la *transformation dimorphique* de AgI, la *dissociation* de CaO, CO^2, de CuO solide, la *dissolution* des sels. Ces systèmes, pour un changement infiniment petit de condensation d'une de leur partie, passent d'une limite extrême de leur état d'équilibre à la limite extrême opposée.

» 7° *Les modifications de l'équilibre sont nulles quand elles ne peuvent pas produire d'effet analogue à celui dû à la cause extérieure*. La dissociation est indépendante de la *pression* pour les mélanges se combinant sans change-

ment de volume, l'acide iodhydrique, par exemple. La limite des équilibres est indépendante de la *température* quand leurs transformations ne dégagent pas de chaleur, ce qui est le cas de l'éthérification.

» 8° *Enfin toutes ces modifications des équilibres sont seulement possibles, mais ne se produisent pas nécessairement*, comme le montre la *surfusion*, la *surchauffe*, la *sursaturation*, le refroidissement brusque de l'acide carbonique dissocié. Les systèmes instables ainsi obtenus ne peuvent se modifier que pour se rapprocher des conditions de l'équilibre stable. La transformation de ces équilibres instables s'effectue généralement avec un dégagement de chaleur, conformément au *principe du travail maximum*, parce que, comme l'a fait remarquer M. Van't Hoff, la température ordinaire diffère peu du zéro absolu, pour lequel l'équilibre stable correspond au dégagement de la totalité de la chaleur contenue dans les corps ».

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur le polymorphisme du phosphate de silice.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **J. Margottet**, présentée par M. Debray.

« La silice se dissout abondamment dans l'acide phosphorique trihydraté. Pour mettre en évidence cette propriété, il suffit de projeter dans l'acide phosphorique, chauffé au-dessus de 120°, de la silice hydratée obtenue en décomposant le fluorure de silicium par l'eau. La silice calcinée ne se dissout pas plus rapidement dans l'acide fluorhydrique [1].

» En prenant la précaution de faire à froid, dans un mortier, le mélange de silice hydratée et d'acide phosphorique, et portant ensuite ce mélange à 260° dans un vase en platine, l'acide phosphorique peut dissoudre environ 5 pour 100 de silice.

» La proportion de silice dissoute est plus considérable encore lorsqu'on porte lentement à 260° un mélange d'acide phosphorique hydraté et de chlorure de silicium.

» Mais cette dissolution n'est pas stable; sous l'action de la chaleur elle laisse déposer un phosphate de silice cristallisé; de plus, la forme cristalline et les propriétés de ce phosphate dépendent essentiellement, comme nous allons le montrer, de la température à laquelle il se sépare de sa dissolution.

---

[1] On doit donc éviter avec grand soin, dans les analyses chimiques, de maintenir la silice en contact avec l'acide phosphorique au-dessus de 100°.

» I. La dissolution chaude de silice dans l'acide phosphorique, quelle que soit la manière dont elle a été préparée, dépose spontanément, en se refroidissant au-dessous de 260°, de petits cristaux ayant l'apparence de disques aplatis, dont la hauteur est d'environ le quart du diamètre.

» On obtient encore ces mêmes cristaux en ajoutant de l'acide sulfurique concentré au bain dans lequel ils prennent naissance, et en maintenant ce bain à une température un peu supérieure au point d'ébullition de l'acide sulfurique.

» Ils se présentent alors nettement sous forme de prismes hexagonaux, souvent maclés à la façon du fer oligiste lamelliforme. Ils agissent très vivement sur la lumière polarisée. L'eau les corrode assez rapidement, mais ils sont inaltérables dans l'alcool, ce qui permet de les débarrasser complètement de l'acide phosphorique en excès.

» II. Si, au lieu de laisser refroidir la dissolution de silice, on élève graduellement sa température à partir de 260°, elle ne tarde pas à se troubler. Vers 360°, elle laisse déposer des lamelles très minces, en assez grand nombre pour produire une espèce de feutrage cristallisé qui donne au bain l'apparence d'une matière solidifiée.

» Ces lamelles sont toutes hexagonales; elles ne se colorent pas entre les nicols croisés lorsqu'elles sont normales aux rayons lumineux. Cependant il serait prématuré de vouloir les rapporter au système hexagonal, car, lorsqu'on les examine par la tranche, sous une grande épaisseur, elles n'agissent encore que faiblement sur la lumière polarisée.

» Un examen superficiel conduirait peut-être à les confondre avec des cristaux de tridymite, qui, eux aussi, n'agissent que faiblement sur la lumière polarisée. Mais, sous l'action du nitrate d'argent en fusion, les lamelles hexagonales donnent naissance à du phosphate d'argent, rouge à chaud, tandis que la tridymite reste inattaquée [1].

» Ces lamelles sont inaltérables dans l'alcool; mais, à la longue, elles sont corrodées par l'eau froide, en donnant de l'acide phosphorique et de la silice soluble.

» III. Les deux espèces cristallines précédentes ne se déposent qu'en très petite quantité si l'on chauffe brusquement la dissolution silicique. Cette dissolution peut même rester limpide jusque vers 700° environ; mais entre 700° et 800° elle laisse déposer des octaèdres réguliers presque toujours

---

[1] C'est là un traitement qu'on devrait faire subir aux cristaux hexagonaux des roches contenant de l'acide phosphorique avant de conclure que ces cristaux sont de la tridymite.

modifiés par les faces du cube. Ce sont les cristaux de phosphate de silice déjà décrits dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie ([1]).

» IV. Enfin le dépôt change encore de nature si l'on porte rapidement vers 900° ou 1000° de l'acide phosphorique ne contenant en dissolution qu'une faible quantité de silice. On obtient alors des prismes agissant sur la lumière polarisée et appartenant au système clinorhombique.

» A haute température, ces cristaux prismatiques sont plus stables que les précédents. Si, en effet, on porte lentement à 1000° de l'acide phosphorique saturé de silice, on obtient un mélange de toutes les formes qui viennent d'être décrites; mais, en prolongeant l'action de la chaleur, les lamelles et les octaèdres sont bientôt rongés, tandis que les prismes s'accroissent d'une manière continue.

» L'analyse de ces différentes matières cristallisées s'effectue par une méthode aussi simple que précise, car toutes sont décomposées par le nitrate d'argent en fusion à une température à laquelle il ne se forme pas encore de silicate d'argent; les seuls produits de la réaction sont du phosphate d'argent et de la silice pure. Cette méthode nous a permis d'établir que, quelle que soit leur forme, les cristaux obtenus en dissolvant la silice dans l'acide phosphorique ont rigoureusement même composition. Celle-ci répond à la formule PhO^5,SiO^2. En analysant ainsi des cristaux de ce phosphate de silice préparés avec des corps chimiquement purs, nous déterminerons le rapport des équivalents du phosphore et du silicium dans des conditions exceptionnelles d'exactitude.

» Nous sommes donc parvenus à démontrer que le phosphate de silice PhO^5,SiO^2 cristallise spontanément sous quatre formes cristallographiques incompatibles entre elles et constituant, par conséquent, quatre espèces chimiques; les cristaux hexagonaux se forment au-dessous de 300°, les lamelles ressemblant à la tridymite vers 360°, les octaèdres réguliers entre 700° et 800°, et les prismes clinorhombiques entre 800° et 1000°.

» Ce polymorphisme ne saurait résulter de groupements d'éléments cristallins identiques, car les cristaux hexagonaux sont attaquables par l'eau, tandis que les cristaux octaédriques ou prismatiques résistent à l'action de ce réactif.

» Le phosphate de silice n'est pas le seul phosphate susceptible de polymorphisme; nous décrirons prochainement des phénomènes analogues

([1]) *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1052.

dans la cristallisation des autres phosphates d'acides à $2^{éq}$ d'oxygène et dans la cristallisation des phosphates de sesquioxyde. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les apatites fluorées.* Note de M. **A. Ditte**, présentée par M. Debray.

« J'ai montré, dans de précédentes Notes, qu'il est possible d'obtenir artificiellement un groupe nombreux de composés analogues aux apatite et wagnérite naturelles, et renfermant un phosphate, un arséniate ou un vanadate, de chaux, baryte, strontiane, etc., associés aux chlorures, bromures ou iodures correspondants; j'ai indiqué en même temps des procédés généraux de préparation de ces corps. On sait, d'autre part, que parmi ceux de ces minéraux qui se rencontrent dans la nature, ou qui ont été obtenus dans les laboratoires, il en est quelques-uns qui renferment une proportion variable de fluor, remplaçant une quantité équivalente, et quelquefois la presque totalité du chlore. Toutes les analogies conduisaient à admettre la possibilité d'obtenir des substances pures de tout mélange et ne renfermant que du fluor; j'ai pu préparer en effet des matières offrant la même composition que l'apatite et cristallisant comme elle en prismes hexagonaux réguliers, terminés par des pyramides à six faces.

» Deux méthodes générales permettent d'arriver à ce résultat :

» I. On introduit dans un creuset de platine une certaine quantité d'un phosphate métallique, celui de chaux par exemple, avec un poids triple environ de fluorure neutre de potassium, et un grand excès de chlorure de potassium; on chauffe au rouge pendant cinq ou six heures, on laisse refroidir lentement et l'on traite le contenu du creuset par l'eau froide; on isole ainsi de belles aiguilles ayant la forme de l'apatite, et une composition qui s'accorde avec la formule $3(3CaO, PhO^5)CaFl$.

» Ces cristaux ne contiennent pas trace de chlore, et cependant j'ai fait voir qu'on peut obtenir l'apatite $3(3CaOPhO^5)CaCl$ en chauffant pendant longtemps un mélange de phosphate de chaux et de chlorure alcalin. Ce dernier, en effet, attaque lentement le phosphate calcaire et donne du chlorure de calcium jusqu'à ce qu'un certain équilibre se soit établi entre les substances réagissantes et que la formation d'une quantité déterminée de chlorophosphate de chaux soit devenue possible; mais ici l'intervention du fluorure alcalin modifie complètement les conditions de cet équilibre. On sait, d'après les déterminations de M. Guntz, que la formation du fluorure de calcium dégage, à la température ordinaire, plus de chaleur que celle

du chlorure; il en est probablement de même à température élevée et, dans ces conditions, en raison des principes du travail maximum, le chlorure de calcium ne se formera pas, du fluorure prendra seul naissance, et il en résultera une apatite fluorée, complètement privée de chlore. Les résultats de l'expérience sont conformes à ces indications de la théorie.

» La quantité de fluorure de potassium mélangée au chlorure doit toujours rester fort petite et ne pas dépasser $\frac{5}{100}$ du poids de ce dernier. S'il se trouvait trop de fluorure alcalin, le phosphate de chaux serait totalement décomposé, et l'on n'obtiendrait plus que du fluorure de calcium.

» D'après M. Guntz, les chaleurs de formation des fluorures de baryum, strontium, etc., sont, à la température ordinaire, légèrement inférieures à celles des chlorures correspondants. Au rouge elles leur deviennent, selon toute apparence, supérieures, car les apatites formées avec d'autres bases que la chaux prennent naissance dans les mêmes conditions que le phosphate calcaire. Toutefois on obtient plus rapidement de beaux cristaux en opérant de la manière que voici :

» II. On place dans un creuset de platine un mélange en proportions convenables de fluorure de calcium et d'acide phosphorique avec un grand excès de chlorure de potassium, et l'on chauffe pendant quelques heures. Le contenu du creuset traité par l'eau après refroidissement abandonne des cristaux de fluophosphate de chaux; les plus beaux sont réunis en une couronne qui adhère le long des parois du creuset, à la surface de la matière fondue, les autres sont disséminés dans toute la masse. La réaction peut être représentée par une des formules suivantes :

$$6PhO^5 + 10CaFl = 3(PhO^5, 3CaO)CaFl + 3PhO^2Fl^3,$$
$$24PhO^5 + 50CaFl = 5[3(PhO^5, 3CaO)CaFl] + 9PhFl^5.$$

Les composés fluorés du phosphore, très volatils, comme M. Moissan l'a tout récemment fait voir, disparaissent, et le chlorure alcalin paraît ne jouer ici d'autre rôle que celui d'un dissolvant au sein duquel s'effectue la cristallisation de l'apatite. Il est commode de remplacer l'acide phosphorique par du phosphate d'ammoniaque, et de ne pas mettre ce dernier en excès, car on obtiendrait un bain acide par lequel les cristaux seraient altérés; on obtient de fort bons résultats en employant des quantités de fluorure et d'acide alcalin calculées avec une des formules ci-dessus. En remplaçant le fluorure de calcium par un des fluorures de baryum, strontium, magnésium, et opérant comme il vient d'être dit, on donne naissance aux apatites correspondantes.

» *Fluophosphate de chaux.* — L'apatite fluorée calcaire, obtenue par l'un ou l'autre de ces procédés, se présente sous la forme de cristaux transparents, très brillants quand ils sont un peu volumineux. Ce sont tantôt de longs prismes dont les faces latérales portent parfois des stries parallèles aux arêtes latérales, tantôt des cristaux courts et très nets, terminés par deux pyramides hexaèdres et souvent groupés entre eux. Ils se dissolvent lentement à froid, plus rapidement à chaud dans les acides étendus; l'acide sulfurique en dégage même à froid de l'acide fluorhydrique; la chaleur ne les altère pas.

» *Fluophosphate de strontiane.* — L'apatite calcaire a été préparée avec du florure de calcium naturel pur; pour les autres, on s'est servi de fluorures obtenus en saturant directement l'acide fluorhydrique par la base considérée. Le fluophosphate de strontiane est absolument semblable à celui de chaux pour les propriétés et la forme cristalline; quelquefois le sommet des pyramides terminales est coupé par une facette parallèle à la base du prisme; les cristaux sont d'autant plus volumineux que l'on a chauffé le creuset pendant un plus grand nombre d'heures. Il en est de même pour le *fluophosphate de baryte* (1), dont les aiguilles sont beaucoup plus minces que les précédentes, et pour le *fluophosphate de magnésie,* dont les cristaux très brillants sont d'une netteté parfaite. Le *fluophosphate de fer* est en aiguilles vert clair analogues aux précédentes, mais difficiles à séparer de petites lames amorphes de matière fondue qui leur sont mélangées.

» Les composés qui viennent d'être énumérés contiennent tous de l'acide phosphorique; dans ces apatites fluorées, aussi bien que dans celles qui renferment du chlore, du brome ou de l'iode, les acides arsénique et vanadique peuvent remplacer l'acide phosphorique et donner des combinaisons analogues; leur examen fera l'objet d'une Communication prochaine. »

CHIMIE. — *De l'action des iodures alcooliques primaires sur le fulminate d'argent.* Note de M. G. Calmels, présentée par M. Debray (2).

« M. Steiner a essayé vainement l'action des iodures alcooliques sur le fulminate de mercure; je n'ai moi-même pas réussi à méthyler ce sel

---

(1) La formation du fluophosphate de baryte exige que le bain renferme une petite quantité de fluorure alcalin, sinon on pourrait n'avoir que le sel PhO^5, $2BaO$, KO.

(2) Travail du Laboratoire de l'Hôtel-Dieu.

de 0° à 80°, et ce fait doit être rapproché de ceux indiqués dans ma Note du 4 août; mais le fulminate d'argent réagit dans ces conditions.

» 25gr de sel desséché à l'instant même à 75° ont été versés avec toutes les précautions possibles au fond d'un long et large tube, et submergés aussitôt sous un mélange de 25gr d'iodure de méthyle et 40gr d'éther. La pointe du tube fut scellée à 0m,80 du corps explosif et le tube chauffé à l'étuve à 50° pendant vingt-quatre heures. La réaction étant alors achevée, le corps pulvérulent jaune qui remplace le fulminate est un mélange d'iodure d'argent et de la modification β ou jaune, résineuse et insoluble, du nitréthylène. La liqueur jaune qui surnage contient une petite quantité de ce corps, mais représente une solution concentrée de méthylcarbylamine. La réaction précédente a été tentée avec l'iodure d'éthyle, et j'ai obtenu la modification β du nitropropylène et une solution concentrée d'éthylcarbylamine. Les iodures alcooliques primaires, supérieurs dans la série grasse, qui ont été essayés, ont tous donné la même réaction, qui est d'une manière générale :

$$\begin{matrix} C=Az-Ag \\ \Vert \\ Ag-C-Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right. \end{matrix} + \begin{matrix} CH^3I \\ CH^3I \end{matrix} = \begin{matrix} IAg \\ IAg \end{matrix} + \begin{matrix} C=Az-CH^3 \\ + \\ CH^2=CHAz\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right. \end{matrix}.$$

» Le fulminate d'argent s'étant coupé en deux dans cette réaction, j'ai essayé d'obtenir les corps intermédiaires :

$$\underbrace{\begin{matrix} C=Az-CH^3 \\ \Vert \\ CH^3-C-Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Nitréthane méthylcarbazilé.}}, \quad \underbrace{\begin{matrix} C=Az-CH^2-CH^3 \\ \Vert \\ CH^3-CH^2-C-Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right. \end{matrix}}_{\text{Nitropropane éthylcarbazilé.}}, \quad \ldots$$

» Dans un ballon à fond plat, disposé sur de la ouate, j'ai fait tomber 50gr de fulminate sec, puis 100gr d'iodure de méthyle mélangés de 50gr d'éther, cette forte concentration étant nécessaire. La réaction commence à l'instant et dure quatre à cinq jours. Le liquide dégage une odeur de chloropicrique pénible pendant tout le temps de la réaction; cette odeur cesse avec elle pour être remplacée par celle de la méthylcarbylamine. J'ai essayé d'interrompre la réaction pour obtenir le corps à odeur chloropicrique : le liquide éthéré a été décanté, filtré, puis rapidement évaporé dans un courant d'air sec. L'odeur chloropicrique va en augmentant un instant, atteint un point critique, au moment duquel on constate une très légère cristallisation sur les parois du vase, puis va en s'atténuant. L'éther et la méthylcarbylamine enlevés, il reste un liquide qui n'est autre que

le nitréthylène α, liquide que l'on purifie, autant qu'il est possible, de la forme β, en le redissolvant dans l'éther, filtrant, puis évaporant rapidement dans un courant d'air sec. Même marche a été suivie pour l'iodure d'éthyle, et je n'ai pu obtenir que de l'α-nitropropylène. En employant les iodures alcooliques primaires supérieurs, on n'obtient pas davantage de carbazile stable. Les corps mentionnés plus haut existent donc, mais ils se scindent au fur et à mesure de leur production en carbylamine et en nitrodérivé de la série éthylénique.

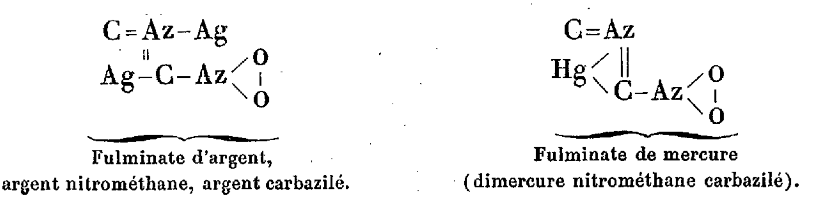
» Je n'insiste point ici sur ces nitrodérivés : je dirai seulement que leur caractère essentiel est de se transformer de modifications α, liquides incolores et solubles dans l'éther, le chloroforme, etc., en modifications β résineuses, jaunes et insolubles dans ces mêmes dissolvants. L'étude de leurs propriétés chimiques montre que seules les formes α sont de vrais dérivés nitrés, et, tandis que les β sont des dérivés oximes et que, s'il faut accorder aux premiers les formes générales

$$CH^2=CH\,Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right., \quad CH^3-CH=CH\,Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right., \quad \ldots,$$

les seconds ont pour formule respectivement :

$$\underbrace{\begin{matrix}C(AzOH)-CH^2\\ |\qquad\quad |\\ CH^2-O-C(AzOH)\end{matrix}}_{\text{Dioxime-glycolide.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix}C(AzOH)-O-CH-CH^3\\ |\qquad\qquad\quad |\\ CH^3-CH-O-C(AzOH)\end{matrix}}_{\text{Dioxime-lactide.}} \quad \ldots.$$

» La constitution du fulminate d'argent est désormais hors de doute : ce corps renferme deux moitiés dissymétriques contenant chacune Ag. L'une est le cyanure d'argent, qui est $C=Az-Ag$. L'autre contient le groupe $Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right.$, bien connu dans les fulminates, et le deuxième Ag fixé sur le deuxième C. $Ag-C-Az\left\langle\begin{matrix}O\\|\\O\end{matrix}\right.$ retient dès lors par ses deux liaisons le groupe $C=Az-Ag$, dont l'Az fonctionne dès lors comme pentatomique.



Fulminate d'argent, argent nitrométhane, argent carbazilé.

Fulminate de mercure (dimercure nitrométhane carbazilé).

» Seul de tous les auteurs, M. A. Gautier, se fondant sur ce fait que les fulminates contiennent les métaux sous deux formes distinctes et qu'ils

fournissent dans presque toutes leurs réactions des dérivés en un seul carbone, a compris les fulminates, en les écrivant $\begin{matrix} Az \equiv C - R \\ \| \\ R - C - Az \left\langle \begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \right. \end{matrix}$. Cette formule doit seulement être modifiée comme il a été dit. 1° Elle peut dès lors représenter ce fait essentiel dans l'histoire des fulminates, dont je me suis assuré par moi-même et dont il était impossible de concevoir la raison, à savoir que les fulminates à deux métaux alcalins ne peuvent exister.

» *Les fulminates sont des isocyanures ou carbylamines métalliques soudés par l'azote à un résidu diatomique de nitrométhane métallique, le métal voisin du groupe nitré étant quelconque.* Cette fonction spéciale aux carbylamines et dont les nitriles métalliques (cyanures alcalins) sont exclus, je la nomme fonction *carbazile* en la généralisant, le type primitif d'un carbazile ou carbure carbazilé étant isomérique des nitriles, des métanitriles et des carbylamines elles-mêmes.

$$\underbrace{\begin{matrix} C \equiv Az \\ | \\ CH^3 \end{matrix}}_{\text{Type nitrile.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} CH^2 - CH \\ \diagdown \;\; /\!\!/ \\ Az \end{matrix}}_{\text{Type métanitrile.}} \qquad \underbrace{C = Az - CH^3}_{\text{Type carbylamine.}} \qquad \underbrace{\begin{matrix} C = Az - H \\ \| \\ CH^2 \end{matrix}}_{\text{Type carbazile.}}$$

» 2° Elle seule explique bien, d'une manière générale, l'action étudiée par les auteurs, du chlore, du brome et de l'iode sur les fulminates. Mais certains points, très délicats à apprécier exactement, nécessitent des recherches supplémentaires.

» MM. Carstanjen et Ehrenberg, puis M. Steiner, se basant sur l'action de HCl concentré sur le fulminate de mercure, écrivent l'acide fulminique $\begin{matrix} C = AzOH \\ \| \\ C = AzOH \end{matrix}$. J'ai reconnu que seuls les Mémoires précédents doivent être pris en considération, à l'exclusion de tous les Mémoires anciens, et notamment de celui de Gay-Lussac sur cette même question. Mais le fait, matériellement reconnu exact, ne peut servir à établir une formule de constitution semblable. J'ai étudié cette réaction anormale avec le fulminate d'argent, sujet d'étude bien préférable. Les résultats de cette étude, qui m'a déjà fourni toute une série de composés simples d'hydroxylamine en même temps que des preuves non douteuses de l'existence de l'acide fulminique (nitrométhane carbazilé) $\begin{matrix} C = Az - H \\ \| \\ H - C - Az \left\langle \begin{matrix} O \\ | \\ O \end{matrix} \right. \end{matrix}$, seront indiqués par la suite. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Étude de l'air de la ville d'Alger.* Note de M. CHAIRY, présentée par M. Debray.

« Je m'étais proposé, il y a trois ou quatre ans, de rechercher la composition de la poussière transportée par le siroco. Je fus bien vite amené à constater l'existence normale, dans l'air de la ville d'Alger, de sel marin et de fer : j'ai dosé ces deux substances pendant plusieurs mois, et contrôlé les résultats par les analyses d'eaux de pluie.

I. *Matières minérales contenues dans l'air.* — L'air est filtré à travers une bourre de coton, bouillie préalablement avec de l'eau acidulée par les acides sulfurique et nitrique; j'ai trouvé, en effet, que le coton renferme environ $0^{gr},00016$ de fer par gramme. L'aspiration était effectuée par un aspirateur de 20^{lit}, de sorte que les chiffres obtenus ne représentent qu'une moyenne de l'état de l'air.

» Après filtration, on reprend par l'eau chaude, et l'on traite par le nitrate d'argent $\frac{N}{100}$, en additionnant de chromate de potasse.

» Mois de février. — Constaté le sel dans 250^{lit} d'air.

» Du 9 au 22 mars, au Lycée, 25^m d'altitude. — Filtré 460^{lit} d'air; employé $0^{cm},7$ de liqueur argentique, ce qui représente $0^{gr},0004$ de sel ou $\frac{1}{1000000}$ de gramme par litre d'air.

» Du 1er au 7 avril, aux bains Nelson, altitude 5^m. — 400^{lit} d'air; employé $0^{cm},2$ de liqueur, ce qui fait, au maximum, $0^{gr},0001$ de sel. Le siroco soufflait pendant ces huit jours.

» Premiers jours de juin. — Très peu de sel, non dosable.

» Fin juin au 3 juillet. — 1140^{lit} d'air; employé $1,6 \text{Ag} \frac{N}{100}$ pour les $\frac{3}{8,5}$ de liqueur, soit $\frac{2}{1000000}$ de gramme par litre.

» 12 au 26 octobre. — 1500^{lit} d'air; employé $0^{cm},2$ de liqueur, donc une proportion très minime de sel. Il faut ajouter que cette période a été marquée par des pluies très abondantes, qui ont dissous le sel transporté dans des proportions que j'indiquerai plus loin.

» D'après ceci, la variation de poids du sel en suspension dans l'air serait considérable; cette variation serait due presque uniquement à l'influence des vents d'est et du nord, qui pulvérisent l'eau de mer et entraînent les embruns sur la ville. La température n'aurait que très peu d'influence.

» Quant à la limite de diffusion du sel, elle doit être assez considérable. A l'Observatoire de Kouba, situé à 2^{km} environ de la mer, et à 70^{m} d'altitude, M. Trépied est obligé de garantir son télescope contre des détériorations journalières; ces détériorations sont produites par des gouttes de rosée qui renferment du sel marin entraîné. Je me suis assuré, en effet, qu'une feuille d'argent est attaquée par une solution de sel, surtout lorsque la goutte s'évapore librement après s'être répandue à la surface; cette attaque n'a plus lieu si la feuille est tant soit peu sulfurée. C'est à l'aide de ce caractère, très commode, que la limite de diffusion pourra être établie d'une façon précise.

» II. *Fer.* — La bourre de filtration est reprise par l'eau chaude additionnée d'acide sulfurique. Le dosage a toujours été effectué par le permanganate de potasse en solution $\frac{N}{500}$ après réduction par le zinc dans une capsule de platine.

» 27 octobre, au Lycée. — 100^{lit} d'air; employé $0^{cm},9$ de permanganate, titre 0,96, soit $0^{gr},00038$ de fer.

» Février. — 130^{lit} d'air, $0^{cm},6$ de permanganate, soit $0^{gr},0002$ de fer,

» Mars. — 600^{lit} d'air. J'ai pu former du bleu de Prusse.

» Fin juin. — 1140^{lit} d'air. Constaté le fer par le salicylate de soude (coloration violette et virage au jaune par l'ammoniaque); mais je n'ai pu doser.

» Le fer doit être entraîné par les vents de l'intérieur; c'est principalement le siroco qui l'apporte.

» Il faut remarquer que je ne dose ainsi que le fer à l'état de sesquioxyde ou de carbonate; le fer magnétique n'est pas attaqué par l'acide sulfurique étendu. Et ce fer existe bien dans les poussières déposées dans la bourre: au microscope, j'ai vu des fragments que déplaçait facilement l'aimant. J'ai pu, du reste, rechercher, au moyen d'une aiguille aimantée, l'oxyde magnétique dans les poussières que transporte le siroco; j'ai trouvé, par ce moyen, jusqu'à 8^{mgr} dans un petit sac de poussière recueillie à Djelfa. Je n'avais pas assez de substance pour déceler le nickel dans ces poussières; mais je suis très porté à croire que ce fer magnétique est bien d'origine terrestre, d'après l'aspect microscopique.

» III. *Ozone.* — Ne pouvant disposer que d'un aspirateur de 20^{lit}, je n'ai pu faire qu'un dosage d'ozone. J'ai fait passer 700^{lit} d'air dans une liqueur renfermant 2^{cc} d'arsénite de potasse, additionné de 1^{cc} d'iodure de potassium. Je dose avant et après en ajoutant assez peu d'acide sulfurique

pour qu'il n'y ait pas mise en liberté d'iode, puis faisant agir le permanganate; la réaction est très nette.

» J'ai trouvé $0^{gr},00048$ d'ozone dans les 700^{lit} (mois de mai); c'est là une proportion bien inférieure à celle qu'on trouve à Montsouris. »

CHIMIE. — *Sur l'hydrate du sulfate d'alumine neutre* $Al^2O^3 3SO^3, 27HO$. Note de M. P. **Marguerite-Delacharlonny**, présentée par M. Debray.

« Suivant les auteurs, cet hydrate se produit quand une solution de sulfate d'alumine cristallise à basse température ; mais nous n'avons trouvé nulle part indiquées les conditions exactes dans lesquelles il se forme. De nos recherches, il résulte que les températures auxquelles correspond sa formation sont situées au-dessous de 9°,5.

» Pour le préparer avec certitude, nous prenons une masse humide de cristaux de sulfate neutre à 16HO et nous l'abandonnons pendant quelques jours à la température de 6° à 8°; il se forme d'abord en quelques points de la masse des agglomérations de cristaux qui se développent peu à peu. Suivant M. Pisani, ces cristaux sont des prismes hexagonaux surmontés d'un rhomboèdre placé sur les angles comme dans la dioptase (silicate de cuivre). Ces prismes sont souvent modifiés.

» Aussitôt que la température du milieu ambiant s'élève au-dessus de 9°,5, la formation devient impossible; si même une certaine quantité de cristaux à 27HO s'était produite dans la masse humide du sulfate à 16HO, elle se détruit et le tout repasse à l'état primitif; cet effet se constate surtout entre 10° et 11°.

» La production des cristaux est singulièrement accélérée si, dans la masse humide de sulfate à 16HO, on ajoute quelques cristaux de l'hydrate à produire; chacun d'eux devient un centre autour duquel de nouveaux cristaux s'ajoutent rapidement.

» Une masse présentant quelques prismes d'hydrate à 27HO, agitée et mélangée intimement, passe en quelques heures à l'état de cristaux à 27HO; abandonnée à elle-même, la transformation eût demandé plusieurs jours.

» Ces phénomènes se rapprochent de ceux qui ont été observés par M. Gernez sur la modification du soufre en cristaux octaédriques. Il y a là sans doute une loi générale.

» Quand la température du milieu ambiant est supérieure à 10°, la

présence même de cristaux à 27HO dans la masse à 16HO n'a pas d'effet utile; au contraire, le phénomène inverse se produit, les cristaux ajoutés disparaissent et sont ramenés à l'état d'hydrate type.

» A l'air libre, l'hydrate à 27HO perd de l'eau et revient à 16HO, mais il se conserve aisément en flacons bouchés. Il passe alors par toutes les températures ordinaires sans décomposition; les cristaux produits pendant l'hiver, laissés tout l'été au laboratoire dans des flacons bouchés, ne présentent à l'automne aucune modification.

» Une action mécanique (l'écrasement des cristaux avec une baguette de verre ou la pression du doigt) suffit pour les faire passer à l'état de bouillie onctueuse, formée de cristaux enchevêtrés de sulfate à 16HO.

» Une dissolution de sulfate d'alumine renfermant des cristaux de sulfate à 16HO, résultat d'une cristallisation lente, abandonnée aux températures inférieures à 9°, ne donne pas un mélange des deux hydrates; l'accroissement des cristaux à 16HO continue même à des températures inférieures à 6°.

» L'eau en excès paraît entraver la formation de cet hydrate; il ne se produit pas dans une dissolution de sulfate d'alumine refroidie, tandis que dans les mêmes conditions de température on l'obtient rapidement en opérant sur une masse de cristaux à 16HO seulement humide.

» Ce mode de cristallisation permet d'obtenir du sulfate d'alumine très pur, l'eau mère se séparant plus facilement de ces cristaux que de ceux à 16HO : on peut ainsi, par une ou deux cristallisations, obtenir des produits à 27HO de plus en plus épurés, qu'on ramène ensuite à 16HO par une nouvelle cristallisation à température plus élevée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Saponification des éthers simples aromatiques par les corps neutres.* Note de M. **A. Colson**, présentée par M. Friedel.

« I. *Action de l'eau.* — Après avoir isolé les éthers simples dérivés des glycols xyléniques, j'ai cherché si les limites de saponification par l'eau de ces trois isomères présentent des différences analogues à celles que l'on constate dans la série grasse pour les éthers isomériques des alcools primaires, secondaires, tertiaires. A cet effet, j'ai chauffé en tubes scellés, à 100°, pendant des temps variables, des quantités d'éthers bromhydriques et d'eau calculées selon l'équation

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + 2H^2O = C^6H^4(CH^2OH)^2 + 2HBr,$$

et, dans chaque expérience, j'ai dosé l'acide bromhydrique mis en liberté à l'aide d'une solution titrée de soude placée dans un compte-gouttes :

Quantités d'acide libre après	1h45m.	22h.	114h.	216h.
	gouttes	gouttes	gouttes	
Bibromure de paraxylène	28	45	47	décomposé
» d'orthoxylène	12	48	décomposé	»
» de métaxylène	8	45	48	»
» mésitylénique $C^6H^3(CH^3)(CH^2Br)^2$	»	30	48	»

» 1° La limite de saponification est donc atteinte plus rapidement que pour les éthers gras ; 2° elle est la même pour les trois isomères et probablement pour tous les éthers homologues (bibromure mésitylénique); 3° la vitesse de saponification seule distingue les trois isomères l'un de l'autre; 4° la quantité d'acide dégagée n'est que d'environ 9 pour 100 de l'acide total dans le cas des bibromures, et par conséquent inférieure à la quantité qu'abandonne un bromure gras primaire; 5° dès que cette proportion de 9 pour 100 est dépassée à la longue, les corps aromatiques se décomposent rapidement.

» II. *Action des alcools.* — MM. Friedel et Crafts ont établi que, dans l'action d'un alcool sur un éther à acide organique, il y a échange des radicaux alcooliques sans mise en liberté d'eau ni d'acide, ainsi que dans l'action d'un alcool sur l'éther d'un hydracide ; mais, dans ce second cas, une autre réaction engendre des éthers analogues à l'éther ordinaire avec dégagement d'hydracide. J'ai cherché si les alcools se comportaient de même à l'égard des éthers aromatiques, et j'ai déterminé les vitesses de décomposition des trois isomères et les limites relatives à ces décompositions. Des poids égaux d'alcool ordinaire et d'éthers xyléniques, abandonnés plusieurs jours à une température de 30°-32°, fournissent :

Quantités d'acide libre après	46h.	120h.	216h.
	gouttes	gouttes	gouttes
Paraxylène bibromé	3	5	8
Orthoxylène bibromé	10	15	25
Metaxylène bibromé	16	27	72 (Le liquide avait rougi)

» Après deux cent seize heures de contact, les quantités de bibromure disparu étaient, sur 400mgr employés : 23mgr pour le paradérivé ; 48mgr pour l'orthodérivé; 140mgr pour le paradérivé. Ces quantités sont sensiblement proportionnelles aux quantités d'acide libre, d'où : 1° les éthers aromatiques sont, à basse température, plus rapidement attaqués par l'alcool que les éthers gras primaires; 2° la vitesse de saponification est maxima

pour le méta, minima pour le paraxylène. Ces conclusions sont encore vraies à la température de 100°. Elles expliquent les erreurs de MM. Radzisewski et Wispeck, qui, n'obtenant jamais les autres xylènes exempts de paraxylène, ont pris les dérivés de ce dernier corps pour des substitutions de la méta et de l'orthosérie.

» Chauffés à 100°, en tubes scellés, avec l'alcool amylique en proportions conformes à l'équation

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + 2C^5H^{11}OH = C^6H^4(CH^2OC^5H^{11}) + 2HBr,$$

les trois éthers ont donné les résultats suivants :

Quantités d'acide libre au bout de	6h.	22h.	23h.	54h.
Bibromure de paraxylène	28 gouttes	24 gouttes	24 gouttes	» gouttes
» orthoxylène	25	26	»	»
» métaxylène	?	26	»	»
Bichlorure de paraxylène	26	»	35	24
Bibromure inattaqué, parasérie, sur 400mgr	185 mgr	» mgr	190 mgr	» mgr
» orthosérie	196	165	»	»
» métasérie	»	60	»	»
Bichlorure inattaqué, parasérie, sur 294mgr	277	258	»	167

» On voit : 1° que les chlorures se décomposent moins vite que les bromures correspondants; 2° dans chaque série, il semble que la réaction est limitée par la mise en liberté d'une même quantité d'acide (5 pour 100 environ de l'acide total); mais que cette constance de limite ne s'applique pas aux autres corps qui se trouvent en présence.

» La décomposition presque totale du métadérivé, jointe à la faible quantité d'acide libéré, s'explique par la formation de bromamyline,

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + C^5H^{11}OH = C^6H^4CH^2BrOC^5H^{11} + HBr,$$

qui ne nécessite que la moitié de l'alcool mis en œuvre pour détruire tout l'éther xylénique; l'autre moitié absorbant H Br.

» *Conséquence.* — Les éthers de la série aromatique s'attaquant par les alcools avec rapidité à 100° et très sensiblement à la température ordinaire, il faudra se garder d'employer ce solvant dans le traitement de ces composés.

» III. *Action des éthers.* — Les alcools R OH réagissant sur les bromures aromatiques donnent des réactions complexes dues, je le pense, à leur constitution dissymétrique : elles se comportent comme de véritables bases

mixtes, échangeant tantôt le groupe OH, tantôt le groupe RO; tandis que l'eau ne donne naissance qu'à une série de corps, les alcools aromatiques; or, comme l'eau, les éthers ROR, tels que l'éther ordinaire, sont des bases simples qui ne fournissent qu'une seule série de corps (des éthylènes avec l'éther ordinaire, des méthylines avec l'oxyde de méthyle, etc.) On est donc porté à croire, par raison d'analogie, qu'il existe une marche et une limite uniques dans l'action de l'éther ordinaire sur les bibromures aromatiques.

» D'abord la réaction suivante se fait avant destruction des corps premiers par la chaleur :

$$C^6H^4(CH^2Br)^2 + 2C^2H^5\text{-}O\text{-}C^2H^5 = C^6H^4(CH^2OC^2H^5)^2 + 2C^2H^5Br.$$

» Elle est peu sensible à 100°, tandis qu'à 150°, et surtout à 185°, elle est notable, même après quelques heures, car on recueille entre 40° et 45° un liquide sucré, plus lourd que l'eau : c'est le bromure d'éthyle [1]. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Le microbe de la fièvre jaune. Inoculation préventive.* Note de MM. **D. Freire** et **Rebourgeon**, présentée par M. Bouley.

« En 1880, le Dr Domingos Freire, professeur de Biologie à la Faculté de Médecine de Rio de Janeiro, dans un Mémoire paru sur ses travaux scientifiques, publiait déjà le résultat de ses premières découvertes sur le microbe de la fièvre jaune et sur l'emploi du salicylate de soude comme moyen curatif. Depuis ce moment, M. Freire n'a cessé d'étudier la question, mais alors en l'envisageant sous son véritable point de vue, c'est-à-dire celui de la nature microbienne de cette fièvre, de la culture possible de son microbe, de ses transformations physiologiques et chimiques, et enfin de son atténuation. Aujourd'hui, après une expérimentation rigoureuse, M. Freire donne les preuves de la contagion, et démontre, chez les malades de la fièvre jaune, l'existence d'une ptomaïne dont il indique les caractères. La culture du microorganisme et la reproduction artificielle de la matière noirâtre des vomissements, la nature infecto-contagieuse de la maladie, et enfin l'inoculation préventive à l'aide d'un liquide de culture atténué, ont été l'objet de ses recherches.

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

» Quand on examine le sang d'un sujet récemment mort de la fièvre jaune, ou mieux encore le sang d'un animal inoculé et sur le point de mourir du même mal, on remarque sous le champ du microscope : 1° une quantité considérable de microcoques extrêmement petits, d'apparence hyaline, 2° des corps d'apparence cellulaire, n'atteignant que le quart du volume d'un globule du sang, 3° ces mêmes corps cellulaires plus gros et plus opaques, 4° de grosses cellules affectant la forme d'une cellule épithéliale, d'aspect noirâtre, montrant leur tunique d'enveloppe déchirée, et laissant échapper une quantité des microcoques signalés plus haut.

» D'un autre côté, si, dans un bouillon de culture approprié, en s'entourant des précautions voulues, on cherche à cultiver le microcoque trouvé dans le sang à la température de 38° ou 39°, on le voit successivement se transformer en quelques heures et passer par tous les états que nous venons d'indiquer. Si on laisse le liquide en repos, la partie inférieure est entièrement noirâtre; l'observation microscopique démontre que ce dépôt n'est formé que des enveloppes cellulaires du micro-organisme arrivé à sa dernière période d'action. L'analyse chimique démontre, en outre, que cette enveloppe cellulaire s'est transformée en ptomaïne. Il est donc facile de déduire de cette série d'observations que la fièvre jaune est déterminée par la présence, dans le sang, d'un cryptocoque qui suit rapidement toute sa phase d'évolution, et que la matière noirâtre du vomissement ou des déjections des malades n'est formée que par les débris de ce même cryptocoque, devenus toxiques par leur transformation en ptomaïne, et non par des globules du sang, déposés sous forme hémorrhagique, comme on l'a cru pendant longtemps.

» Encouragé par ses découvertes successives, et procédant toujours avec la rigueur expérimentale nécessaire, M. Freire est arrivé à atténuer le virus de la fièvre dans un liquide de culture, et à le transformer en un virus bénin ou vaccinal. Au mois de novembre dernier, l'Empereur du Brésil, cet illustre Mécène de la Science, assisté du Ministre de l'Empire et des principaux membres de la Faculté de Médecine, a voulu consacrer l'œuvre de M. Freire, et l'autorisation a été donnée de commencer les vaccinations dans l'espèce humaine. L'exemple donné par nous n'a pas tardé à produire des résultats, et en quatre mois le chiffre des vaccinés a dépassé 400.

» Les phénomènes observés à la suite de la vaccination ne sont autres que ceux que l'on remarque dans la fièvre jaune très bénigne : douleurs intraorbitaires et sus-orbiculaires, céphalalgie peu intense, perte d'appétit,

élévation de la température, lassitude dans les membres. Mais tous ces symptômes cessent au bout de deux ou trois jours au plus, et le sujet recouvre la santé. Si l'on examine le sang des vaccinés, quelques heures après l'inoculation, on retrouve le microcoque de la fièvre jaune, mais il ne transforme plus sa tunique d'enveloppe en ptomaïne : il n'est par conséquent plus toxique, se résorbe peu à peu et finit par disparaître.

» L'expérimentation n'a pu encore démontrer combien de temps peut durer l'immunité conférée par cette inoculation préventive; mais cette immunité, au début, est absolument certaine, et les exemples les plus frappants nous l'ont démontrée. Parmi nos inoculés, un grand nombre ont pu vivre dans des milieux absolument contaminés, voyant tous les jours autour d'eux la fièvre jaune éclaircir leurs rangs, sans ressentir la moindre atteinte du mal. Nous avons vu également, dans le cours de nos expériences, alors que, sous l'influence des hautes températures de ces régions, les laboratoires étaient littéralement envahis par le microbe, les animaux nouvellement achetés comme sujets d'expérience mourir spontanément et en quelques heures de la fièvre jaune, tandis que des centaines d'autres, inoculés préventivement, ont parfaitement résisté, donnant tous les signes d'une parfaite santé.

» Je termine en demandant d'établir, pour M. Freire, la question de priorité et en promettant de donner très prochainement de nouveaux détails, appuyés toujours sur l'expérimentation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les effets de l'insufflation des poumons par l'air comprimé.* Note de MM. **Gréhant** et **Quinquaud**, présentée par M. Bouley.

« En répétant l'expérience faite par M. Gréhant, en 1870, sur l'abaissement de la pression du sang dans les artères, par l'insufflation de l'air comprimé dans les poumons, nous avons observé des faits nouveaux.

» Le dispositif de nos expériences a été très simple : un gazomètre en zinc contenant 150^{lit} d'air et portant, soudés à la partie supérieure, deux robinets dont l'un communiquait par un tube en caoutchouc avec un entonnoir double à déversement qui recevait un courant d'eau continu et que l'on pouvait maintenir à une hauteur constante, élever ou abaisser, pour obtenir une certaine pression de l'air du gazomètre; l'autre robinet était muni d'un tube de caoutchouc, servant à insuffler l'air comprimé

dans les poumons; sur le trajet de ce tube existait un tube en T, communiquant avec la petite branche d'un manomètre à mercure à air libre. Dans l'artère carotide, on introduisait une canule de verre mise en rapport avec un cardiomètre analogue à celui de Magendie, qui, avec un flotteur muni d'un style, traçait sur un cylindre de M. Marey la courbe de pression normale. Dans certaines expériences, on introduisait en même temps par la veine jugulaire une longue sonde dans le cœur droit; le pavillon de cette sonde, uni à un second cardiomètre, transmettait la pression du sang ventriculaire, pression qui s'inscrivait sur le même cylindre; pendant l'inscription des pressions, on unissait rapidement la trachée au gazomètre, et on voyait immédiatement s'abaisser la pression artérielle et s'élever la pression dans le ventricule droit.

» *Exemple.* — Chez un chien dont la pression moyenne dans l'artère carotide était voisine de 12^{cm}, l'insufflation pulmonaire d'air soumis à une pression de 35^{mm} de mercure ou $47^{cm},5$ de colonne d'eau a produit un abaissement de 7^{cm}, presque subit, de la pression sanguine, de sorte que le style se tenait à 5^{cm} au-dessus du zéro; on cessait l'insufflation : aussitôt la pression remontait jusqu'à 14^{cm}, c'est-à-dire à un niveau plus élevé que normalement.

» L'air insufflé à la pression de 1^{cm} de mercure abaisse déjà la pression artérielle de 4^{cm} environ; insufflé à la pression de 8 à 10^{cm}, l'air distend les poumons et la pression artérielle devient égale à 3 ou 4^{cm}.

» Mais nous avons observé un autre fait très important : si l'on maintient dans les poumons, d'une manière continue, de l'air soumis à la pression de 8^{cm} de mercure, au bout d'une minute, l'animal urine, étend les pattes; les mouvements respiratoires deviennent rares, les battements du cœur persistent; après quatre minutes, la respiration est agonique; après cinq minutes et demie, les battements du cœur sont imperceptibles : à l'autopsie, nous avons trouvé des bulles d'air dans les vaisseaux; *le sang du cœur gauche et du cœur droit était rempli d'une mousse abondante, comme si l'on avait injecté de l'air dans les vaisseaux.* Dans une autre expérience, nous avons constaté l'apparition, dans le bout central de la carotide, de nombreuses bulles d'air, une minute et demie après l'injection dans la trachée de l'air soumis à la pression de 8^{cm} de mercure.

» Sous la pression de 65^{mm}, les bulles d'air ont apparu dans le sang artériel trois minutes après le début de l'insufflation.

» Chez un lapin, en insufflant de l'air à la pression de 30^{mm}, nous avons obtenu un abaissement de pression artérielle; puis, l'insufflation étant

maintenue à 37^{mm} de mercure, l'animal présenta, au bout d'une minute, des mouvements convulsifs et l'insensibilité de la cornée; après une minute quarante-cinq secondes, des bulles d'air très abondantes apparurent dans le sang carotidien.

» La pénétration d'air dans les artères démontre une déchirure des voies aériennes et sanguines; disons ici que les manœuvres de respiration artificielle ont été inefficaces pour ramener les animaux à la vie.

» Nous avons constaté, en outre, à la surface pleurale des poumons, de petites déchirures linéaires avec des pressions de 8 et 10^{cm} de mercure.

» On peut déduire de nos expériences qu'il est très dangereux, quand on pratique la respiration artificielle chez l'homme ou l'enfant nouveau-né, d'insuffler l'air avec une trop grande énergie; il faut donc éviter de trop distendre les poumons, attendre que par leur élasticité ils diminuent de volume et produisent le mouvement d'expiration (¹). »

CHIMIE AGRICOLE. — *Recherches sur la saccharogénie dans la betterave.* Note de M. AIMÉ GIRARD.

« Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur le développement de la betterave m'ont permis, en 1883, d'établir l'origine du sucre cristallisable que la souche de cette plante emmagasine pendant la première année de sa végétation. Dans une Note sommaire présentée à l'Académie le 3 décembre 1883, j'ai montré que, formé directement dans les limbes des feuilles et sous la dépendance de la lumière, le saccharose était ensuite, et par le pétiole, délivré à la souche, à l'exclusion des sucres réducteurs.

» Les faits que m'avait permis de constater, en 1883, l'étude de la composition diurne et nocturne des différentes parties de la betterave exigeaient cependant une vérification nouvelle, et cette vérification, je l'ai poursuivie en 1884. Pour donner plus de force aux résultats de cette nouvelle campagne, j'ai modifié les conditions expérimentales dans lesquelles je m'étais placé l'année dernière; au lieu d'opérer à des époques éloignées, j'ai concentré mes essais dans une période continue de trois semaines consécutives.

» C'est entre le 15 août et le 8 septembre que j'ai placé cette période

(¹) Ce travail a été fait au Muséum d'Histoire naturelle, dans le laboratoire de Physiologie générale, dirigé par M. le professeur Rouget.

d'expérience. Dès son début, le temps chaud et lumineux des semaines précédentes a fait place à un temps souvent couvert et finalement orageux; la lumière a rarement été vive. La confirmation des faits que j'ai précédemment établis n'en a été que plus frappante; si faible, en effet, que fût la proportion de saccharose à la fin du jour, je l'ai toujours retrouvée, à 4^h du matin, diminuée de moitié environ. C'est ce que montrent les nombres suivants :

		Eau.	Saccharose.	Sucres réducteurs.	Matières organiques autres.	Matières minérales.	Rapport du saccharose à 100 de glucose.
18-19 août.	4^h soir	88,07	0,92	1,54	6,57	2,90	60
	4 matin	88,96	0,35	1,14	6,62	2,89	30
20-21 »	4 soir	87,44	0,42	0,95	7,85	3,34	45
	4 matin	88,06	0,26	0,98	7,42	3,28	26
22-23 »	4 soir	87,86	0,40	1,60	7,40	2,74	25
	4 matin	88,35	0,18	1,14	7,35	2,98	16
25-26 »	4 soir	87,65	0,49	1,83	7,14	2,89	27
	4 matin	88,88	0,22	1,55	6,27	3,08	14
27-28 »	4 soir	88,53	0,42	1,86	6,67	2,52	22
	4 matin	87,74	0,19	1,76	7,15	2,56	10
29-30 »	4 soir	87,47	0,72	1,40	7,43	2,98	51
	4 matin	88,08	0,48	1,55	7,03	2,86	31
1er-2 sept.	4 soir	88,30	0,65	2,07	6,37	2,61	31
	4 matin	88,47	0,23	1,84	6,70	2,76	12
3-4 »	4 soir	87,50	0,32	2,22	7,31	2,65	14
	4 matin	87,95	0,27	2,04	7,17	2,57	13
5-6 »	4 soir	87,37	0,71	2,26	6,87	2,79	31
	4 matin	87,63	0,51	2,91	6,11	2,84	17

» De l'examen des nombres qui précèdent, résultent, d'une manière certaine dorénavant, d'une part, le fait essentiel de la formation diurne du saccharose dans les limbes, sous l'influence de la lumière, d'une autre, l'émigration de ce saccharose vers la souche.

» En consultant, d'ailleurs, les registres si complets de l'observatoire du parc de Saint-Maur, que M. Renou a bien voulu mettre à ma disposition, j'ai reconnu que les variations diurnes du saccharose, malgré leur peu d'étendue, ont été presque toujours, pendant cette période, en rapport avec les variations de lumière que la nébulosité d'un ciel souvent couvert a déterminées.

» Quant aux sucres réducteurs dont j'avais vu précédemment la proportion rester sensiblement la même jour et nuit, je l'ai vue, cette année, tantôt ne point varier à ces deux moments, tantôt diminuer la nuit, tantôt

augmenter, au contraire, montrant ainsi que ces variations dépendent de phénomènes secondaires sur la nature desquels je ne suis pas encore fixé.

» Pour obtenir les résultats résumés dans cette Note, j'ai dû prendre des précautions particulières au point de vue de l'échantillonnage des feuilles; chaque bouquet de feuilles, en effet, possède, au point de vue saccharogénique, des aptitudes personnelles, et ce serait s'exposer à de graves erreurs que de choisir au hasard une série de bouquets de feuilles le soir, une autre série le matin.

» L'expérience suivante, exécutée le 24 septembre, à la suite de journées lumineuses, le démontre. Quatre sujets voisins, A, B, C, D, ont été choisis, dont le bouquet a été coupé et analysé par moitié le 24, à 4h du soir, par moitié, le 25, à 4h du matin. Les résultats ont été les suivants :

	A.		B.		C.		D.	
	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.	Jour.	Nuit.
Saccharose.......	1,42	0,45	2,10	0,29	0,45	0,12	1,13	0,67
Sucres réducteurs.	2,91	2,40	2,33	1,33	1,68	1,17	2,73	2,25
Rapp. du sacchar. à 100 de glucose.	48	18	90	21	26	10	41	30

» Pour éviter les erreurs du genre de celles qu'aurait déterminées l'analyse de jour de bouquets semblables à C, je suppose; le matin, de bouquets semblables à D, j'ai pris le soin, pour chacun de mes essais, de sacrifier le soir l'une des moitiés des feuilles de dix sujets choisis avec soin; le lendemain matin, l'autre moitié.

» C'est en prenant, pour l'échantillonnage, les mêmes précautions, que j'ai pu, par une analyse dernière, apporter de la formation du saccharose dans les limbes, sans le concours de la souche, une preuve nouvelle. Cette expérience a consisté à choisir, dans la même pièce, dix sujets semblables, à enlever à chacun d'eux trois feuilles bien vivaces le soir, à 4h, trois feuilles encore le lendemain, à 4h du matin, pour aussitôt analyser les unes et les autres, et à détacher enfin de chaque bouquet trois autres feuilles que j'ai, dans des vases remplis d'eau légèrement saline, exposées pendant tout un jour, ainsi séparées de la souche, à l'action du soleil, et, après cette insolation, à 4h du soir, analysées comme les précédentes.

» Dans ces conditions, j'ai vu le saccharose disparaître d'abord pendant la nuit, puis se reformer sous l'influence de la lumière solaire, dans les limbes des feuilles rendus ainsi indépendants du reste de la plante.

» Les résultats de cette triple analyse fournissent, de la théorie que j'ai donnée, une confirmation saisissante :

	24 septembre, 4h soir.	26 septembre, 4h matin.	26 septembre, 4h soir.
Eau	86,24	87,62	85,15
Saccharose	1,04	0,60	1,83
Sucres réducteurs	3,17	2,72	2,66
Matières organiques autres	7,27	6,88	8,02
Matières minérales	2,28	2,18	2,34
	100,00	100,00	100,00
Rapport du saccharose à 100 de glucose.	33	22	68

» L'intervention de la lumière à la formation du saccharose, la production directe de ce saccharose dans les limbes de la betterave, son émigration vers la souche à travers le pétiole, peuvent donc être considérées aujourd'hui comme des faits nettement établis.

» Ces faits ont, non seulement au point de vue scientifique, mais encore au point de vue pratique, une importance que l'on ne saurait méconnaître. En nous apprenant que c'est du fonctionnement des limbes que dépendent directement la formation du saccharose et, par suite, son emmagasinage dans la souche, ils indiquent à quel degré le cultivateur et le producteur de graines de betteraves doivent se préoccuper de la nature et de l'aptitude saccharogéniques des organes aériens des sujets qu'ils destinent à la reproduction. »

CHIMIE ANIMALE. — *Sur la fermentation peptonique.* Note de M. V. MARCANO, présentée par M. Berthelot.

« Caraca, Venezuela.

» Pour transformer en peptone un albuminoïde quelconque, la fibrine par exemple, on s'est toujours servi jusqu'à présent de l'action combinée de la pepsine animale et de l'acide chlorhydrique qu'on sature ensuite, une fois terminée la digestion à l'étuve, par du carbonate de sodium. Ce procédé est du reste le seul dont on ait fait usage couramment, parce que les pepsines végétales sont bien loin de se prêter à une utilisation pratique. La peptone ainsi obtenue, d'un prix de revient trop élevé pour permettre l'emploi dont est capable un aliment si précieux, présente en outre plusieurs inconvénients. D'abord, le produit est loin d'être pur; il est chargé de

chlorure de sodium qu'on ne peut séparer que par dialyse ; il présente une odeur repoussante et sa conservation est difficile.

» Déjà M. Duclaux, dans ses *Etudes sur le lait*, avait étudié des microbes qui transforment la caséine et plusieurs autres albuminoïdes en peptone. Ensuite, M. Chicandard avait constaté que la panification consiste surtout dans la peptonisation du gluten de la farine par l'action d'une bactérie, résultats auxquels j'étais aussi arrivé moi-même, tout en démontrant en outre la transformation simultanée de la fécule en dextrine sucre et alcool par le même organisme, du moins dans la fermentation panaire sous les tropiques.

» On a donné le nom de *fermentation peptonique* à cette transformation des albuminoïdes en peptone par l'action vitale de micro-organismes, fermentation qui d'ailleurs était restée sans aucune espèce d'application.

» L'étude des fermentations sous les climats tropicaux m'a permis d'obtenir, sur la fermentation peptonique, des résultats inattendus, d'une netteté remarquable. Je me borne à présenter ici la suite des faits, dégagés de toute hypothèse, et sans même chercher à préciser jusqu'à quel point ils se plient ou non à toutes les théories admises.

» Si on laisse tomber quelques gouttes de sève d'*Agave*, par exemple, sur de la viande hachée, recouverte d'eau et mise dans un flacon qu'on place à l'étuve (35°-40°), on détermine une fermentation active et immédiate, avec dégagement de gaz inodores; trente-six heures après, la fibrine a disparu et l'on obtient un liquide chargé de peptone, dont le poids total, quand elle a été séchée à l'étuve, représente 20 pour 100 de celui de la viande employée à l'état frais.

» Pour démontrer qu'on a affaire à une fermentation figurée, j'ai saturé de chloroforme le jus de l'agave, et j'ai constaté que cet antiseptique lui enlève toujours le pouvoir de transformer la fibrine en peptone.

» Pour lever toute espèce de doute à cet égard, j'ai ensemencé, par cultures successives, dans des solutions sucrées, quelques gouttes de sève d'*Agave;* la dernière, qui montrait au microscope une belle *mucorinée* très développée, mise sur de la viande et de l'eau, a dissous la fibrine tout aussi bien que le jus primitif.

» Ces faits ne sont pas particuliers à l'*Agave;* je les ai retrouvés identiques, à l'intensité près, vis-à-vis de chaque albuminoïde, dans un grand nombre de sèves et jus de fruits. La sève du *Papayer*, malgré la pepsine qu'elle renferme, s'est montrée d'une faiblesse relative, qui fait contraste avec l'activité peptonisante d'autres jus dont il est impossible d'ex-

traire aucune diastase digestive, le jus de la canne à sucre par exemple.

» La peptone brute, qu'on obtient par ce procédé, donne à l'analyse 10 pour 100 d'azote, en moyenne, et une teneur en sels minéraux qui atteint seulement 1,4 pour 100. De plus, ses réactions caractérisent une peptone très pure, puisqu'on n'obtient point le moindre précipité avec le ferrocyanure de potassium additionné d'acide acétique, ce qui révèle une digestion parfaite malgré sa rapidité.

» Le mécanisme de la solubilisation de la fibrine par fermentation figurée corrobore les idées générales qu'on admet relativement à la manière d'agir des infiniment petits sur les substances insolubles : en même temps que la peptone, il se fait aussi de la pepsine, qu'on isole facilement par le procédé connu, au moyen de l'acide phosphorique et de l'eau de chaux.

» J'ai cherché à déterminer s'il se produit de l'alcool éthylique, dans la fermentation peptonique. L'analyse démontre que, pendant la peptonisation de 4^{kgr} de viande, il se forme à peine $0^{cc},5$ d'alcool.

» Parmi les produits de la fermentation peptonique, il est aisé de signaler la présence de l'acide lactique.

» La fermentation peptonique constitue un moyen simple et économique pour préparer en quelques heures de la peptone très pure et à bas prix. On pourrait l'appliquer avantageusement, sur une grande échelle, pour exporter la viande sous une forme autrement nutritive et économique que celle des *extraits de viande*.

» Je joins à cette Note un flacon du produit brut qu'on obtient par simple évaporation de l'eau mère filtrée d'une fermentation épuisée. »

MINÉRALOGIE. — *Origine et mode de formation des phosphates de chaux en amas dans les terrains sédimentaires. Leur liaison avec les minerais de fer et les argiles des horizons sidérolitiques.* Note de M. **Dieulafait**, présentée par M. Berthelot.

« *Résumé et conclusions principales.* — I. Contrairement aux idées généralement admises, mes recherches m'ont conduit à cette conclusion, que les eaux qui ont creusé les roches calcaires des causses du sud-ouest de la France et déposé les phosphorites étaient *des eaux extérieures*, qui ont, par conséquent, circulé *de haut en bas*. — 1° Dans l'hypothèse d'une eau ascendante, les cavités iraient en augmentant de bas en haut : c'est le

contraire qui existe. — 2° Les énormes volumes de calcaire enlevés, atteignant souvent plusieurs milliers de mètres cubes pour un seul système de cavernes, auraient constitué, dans le cas d'une eau ascendante, des masses de tufs aux environs des bouches des cavernes, sur les plateaux des causses, tandis qu'on n'en voit jamais apparaître la moindre trace. — 3° Il en serait de même pour les phosphorites : on en trouverait en traînées sur les flancs des coteaux. — 4° Des eaux ascendantes auraient attaqué régulièrement les calcaires pour chaque niveau, ce qui n'a jamais lieu. — 5° Les eaux venant d'en bas, les phosphorites se seraient déposées avec régularité, au moins pour chaque niveau, ce qui n'existe jamais. — L'hypothèse d'une eau descendante explique au contraire, jusque dans les détails, les faits révélés par l'étude physique et chimique des matériaux complexes que renferment les cavernes des causses; mais, en outre, ce n'est pas, comme celle de l'eau ascendante, une hypothèse absolument gratuite et à tout jamais invérifiable.

» II. Les phosphates et les matériaux nombreux qu'on rencontre dans les cavernes des causses sont de l'âge de l'éocène supérieur. Les sédiments qui recouvrent directement les calcaires à gisements de phosphorites appartiennent à ce même éocène supérieur : ils sont de l'âge des gypses de Paris. Par une série de recherches géologico-chimiques, j'ai pu arriver à établir que l'éocène supérieur, dans le sud-ouest de l'Europe, est caractérisé par ce grand fait que, à cette époque, il s'est formé, en beaucoup de régions, des lagunes, dont l'eau en s'évaporant a abandonné, comme celle des lagunes de l'époque actuelle, des boues ferrugineuses, et, plus tard, du gypse et du sel gemme. C'est ce qui a eu lieu dans les régions des causses, où, en bien des points, il existe des gypses industriellement exploités. Ces eaux de lagunes sont riches en phosphates, et attaquent les calcaires avec une grande énergie.

» III. La quantité de phosphates contenue dans les calcaires, dont la disparition a produit les vides qui existent dans les montagnes des causses, était plusieurs fois égale à celle qu'on trouve aujourd'hui isolée dans les cavernes. C'est donc dans ces calcaires qu'il faut chercher la source principale des phosphorites des causses, en ne perdant pas de vue cependant que les eaux et les boues des lagunes de l'éocène ont fourni un contingent qui n'est pas à négliger.

» IV. Les calcaires des causses, attaqués par un acide faible, laissent pour résidu un dépôt argileux, identique aux argiles des cavernes à phosphorites.

Dans les argiles des cavernes on rencontre souvent du minerai de fer en grain. A part les phosphorites, l'ensemble de ces dépôts ferro-argileux des causses se rapporte complètement à ce grand ensemble si spécial, connu dans toute l'Europe, et que beaucoup de géologues ont élevé à la dignité de *terrain* sous le nom de *terrain sidérolitique*. L'opinion générale des savants voit dans ce complexe ensemble un produit éruptif d'origine geysérienne. Je suis arrivé à ce résultat, que l'opinion précédente constitue une erreur complète. D'abord, un grand fait d'observation domine toute cette question des terrains sidérolitiques : *ils sont toujours en rapport direct avec des dépôts de calcaires,* et même *de calcaires compacts*. Comment, dès lors, admettre que, si ces produits complexes étaient venus des profondeurs du globe, ils ne seraient jamais sortis que dans les dépôts de calcaires? C'est évidemment impossible. Toutefois la question est si importante par elle-même, et surtout par ses conséquences, que je l'ai étudiée autant qu'il était en mon pouvoir, et cela en lui appliquant l'instrument ordinaire de mes recherches : l'analyse chimique. J'ai recueilli, dans le Jura suisse, le Jura français, les Alpes, les Pyrénées, le midi de la France, le Berry, le Nivernais, la Haute-Saône, soixante-huit échantillons de minerais de fer et d'argiles sidérolitiques et soixante-huit échantillons de calcaires avec lesquels ces produits sidérolitiques étaient en contact; j'ai ensuite étudié comparativement, au point de vue chimique, chaque couple de produits : partout s'est révélée une liaison complète, au point de vue de la composition et, par suite, de l'origine, entre chaque minerai sidérolitique et le calcaire qui le supportait. En particulier, j'ai eu l'explication de ce double fait, qui depuis l'origine de la Chimie préoccupe les ingénieurs et les industriels : Pourquoi les minerais de fer sidérolitiques sont-ils toujours phosphoreux, et pourquoi le sont-ils souvent au point d'être inexploitables?

» Ils sont phosphoreux parce qu'ils proviennent toujours, en grande partie, de la destruction de roches calcaires sédimentaires, lesquelles renferment constamment des phosphates : ils sont plus ou moins phosphoreux, suivant que la roche calcaire dont ils dérivent, comme résidu insoluble, est elle-même plus ou moins riche en phosphates. Il résulte de ce qui précède que les dépôts sidérolitiques sont des produits complexes, dérivant, pour une partie, d'eaux et d'argiles de lagunes, et pour l'autre, de l'attaque de calcaires par ces mêmes eaux. La manifestation principale des produits sidérolitiques correspond à la formation des lagunes salifères de l'éocène supérieur, mais il s'en est produit à toutes les époques, *depuis que les calcaires prédominent dans les dépôts sédimentaires*, c'est-à-dire depuis la

fin du trias. Ainsi, les bauxites de la période crétacée, beaucoup de minerais de fer de la période jurassique, etc., sont des produits sidérolitiques, identiques dans leur origine à ceux de l'éocène.

» V. On voit, comme conclusion définitive, que les phosphorites des causses et celles des gisements analogues ne sont, malgré leur importance, en elles-mêmes, que de minimes accidents dans les dépôts sidérolitiques, et que ces derniers dépôts, à leur tour, pris dans leur ensemble, ne sont que des exceptions au sein de la série sédimentaire; mais j'ai commencé, dans ce Mémoire, à établir un fait dont il est inutile de montrer toute la portée, le jour où il serait complètement démontré : c'est que les dépôts sidérolitiques de tous les âges, avec leurs multiples éléments, y compris les phosphorites, sont des produits d'*origine externe*, dont *aucune des parties*, même les plus spéciales et les plus rares, *ne sont venues des profondeurs du globe.* »

ANATOMIE ANIMALE. — *Contributions à l'anatomie et la morphologie des vaisseaux malpighiens des Lépidoptères.* Note de M. N. **Cholodkovsky**, présentée par M. Em. Blanchard.

« Le printemps dernier, j'ai été mis en situation de combler une lacune importante dans mes observations sur les vaisseaux malpighiens des Lépidoptères, que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie. Ayant reçu une quantité de chenilles de la teigne ordinaire (*Tineola Biselliella*), j'ai suivi les métamorphoses des tubes de Malpighi. J'ai déjà montré que la chenille de ce Lépidoptère, comme toutes les autres chenilles et la plus grande partie des Lépidoptères adultes, possède six vaisseaux malpighiens, trois de chaque côté s'unissant dans un tronc commun, que je nomme le *tronc basal.* Ce tronc basal se compose de l'union de deux vaisseaux : l'un est simple dans toute sa longueur, et l'autre se compose, à son tour, de deux tubes simples. Lorsque les métamorphoses du canal digestif et de ses appendices commencent dans la phase de la chrysalide, le ventricule et l'intestin, ainsi que les vaisseaux malpighiens, deviennent très tendres et fragiles, en conservant, néanmoins, leur forme générale. Les noyaux des cellules deviennent pâles et leurs contours sont indistincts; en outre, les cellules du ventricule et des vaisseaux malpighiens, excepté les troncs basaux, succombent à la dégénérescence graisseuse. Les cellules du tronc basal, au contraire, deviennent granulées, opaques et semblent beaucoup

multipliées. La dégénérescence graisseuse de la partie ramifiée des vaisseaux malpighiens va si loin, que la continuité des parties s'interrompt et ces organes se dissolvent totalement; il est fort probable que leurs débris servent comme matériaux nutritifs pour les autres organes pendant les métamorphoses. Si l'on dissèque une chrysalide de la teigne ordinaire dans le deuxième ou troisième jour de cette phase des métamorphoses, on voit que le tronc basal est opaque, gros et plus ou moins allongé; on remarque aussi autour du tube alimentaire les fragments de la partie ramifiée des vaisseaux malpighiens, qui sont tantôt plus ou moins conservés, tantôt bien dégradés. Ces fragments disparaissent bientôt totalement; il ne reste de chaque côté du tube alimentaire qu'un tronc basal très développé, qui continue de croître dans la longueur. Ainsi, ce sont les troncs basaux très agrandis, qui représentent les deux vaisseaux malpighiens de la teigne adulte. Or, voilà dans la phase de la chrysalide le retour vers le type embryonal des vaisseaux malpighiens, qui, d'après Hatschex, apparaissent dans l'embryon comme deux prolongements latéraux du proctodalum. En mettant en parallèle le développement embryonnaire et les métamorphoses dans la phase de la chrysalide avec le développement phylogénétique de l'espèce, nous avons un nouveau motif pour regarder le phénomène, que nous avons décrit, comme un cas particulier et très original d'atavisme : ce n'est pas un atavisme de l'individu, c'est l'atavisme de l'espèce.

» La formation des vaisseaux malpighiens de la chenille des deux prolongements primitifs du proctodalum se passe probablement ainsi : le rameau primitif de chaque côté se divise en deux branches, dont l'une reste non ramifiée pour toujours, et l'autre se ramifie à son tour en deux branches. Alors, la forme à quatre vaisseaux malpighiens, décrite à tort par M. Suckow pour les *Pterophora* et les *Yponomeuta*, est très admissible théoriquement : pour qu'elle existât, il faudrait qu'après l'histiolyse, dans la phase de la chrysalide, le tronc basal se divisât en deux branches et que le développement s'arrêtât à ce point. C'est la forme que j'ai cherchée longtemps et sans succès parmi les Microlépidoptères. Il y a, néanmoins, des espèces, comme la *Tinea misella*, Z., dont les vaisseaux malpighiens rectifient en certaine mesure notre construction théorique. Chez la *Tinea misella*, le tronc basal se divise en deux vaisseaux malpighiens, longs et fins, dont l'un ne se ramifie plus, comme toujours, et l'autre se divise seulement à son bout en deux branches fort courtes. Donc, si l'on ne compte chacune de ces petites branches pour un vaisseau malpighien, il faut dire

que la *Tinea misella* a quatre vaisseaux malpighiens; sinon, nous avons ici une forme intermédiaire entre celle de quatre et celle de six tubes de Malpighi.

» En disséquant divers Microlépidoptères, j'ai rencontré encore une forme des vaisseaux malpighiens qui n'a rien de commun, non seulement avec les vaisseaux malpighiens de tous les autres Lépidoptères, mais même de tous les antres insectes. Cette forme exceptionnelle appartient à la Teigne de la cire, *Galleria cereana*, L. (ou *mellonella*, L.). Les vaisseaux malpighiens de ce Lépidoptère ont, de chaque côté du tube digestif, l'aspect d'un arbre richement et irrégulièrement ramifié. Cet arbre commence par 5 à 6 branches d'un tronc commun très court et large, qui n'est qu'un prolongement latéral du bout antérieur de l'intestin. Cette forme nous rappelle les vaisseaux malpighiens des Scorpions et de quelques Crustacés. J'ai eu le bonheur d'être en état de suivre les métamorphoses de la Teigne de la cire. Sa chenille a les six vaisseaux malpighiens typiques. Dans la phase de la chrysalide, ces vaisseaux malpighiens succombent à une dégénérescence graisseuse complète, puis se dissolvent; à leur place apparaissent quelques petits troncs autour du bout antérieur de l'intestin, qui croissent et se ramifient rapidement pour former les vaisseaux malpighiens de l'insecte adulte.

» Les espèces de Microlépidoptères que j'ai étudiées appartiennent aux genres suivants : *Botys, Cataclysta, Crambus, Galleria, Teras, Conchylis, Penthina, Grapolitha, Tortrix, Scardia, Blabophanes, Tinea, Tineola, Adela, Nematois, Hyponomeuta, Argyresthia, Plutella, Gelechia, Coleoptora, Elachista, Endrosis, Pteroptorus.*

» J'ai aussi étudié plusieurs espèces de Macrolépidoptères de genres *Papilio, Pieris, Colias, Rhodocera, Lycaena, Limenitis, Vanessa, Argynnis, Erebia, Pararge. Epineptele, Cœnonympta, Hesperia, Sphinx, Macroglossa, Smerinthus, Sesia, Zygæna, Setina, Spilosoma, Hepialus, Cossus, Gastropacta, Aglia, Notodonta, Pygæra, Acronycta, Agrotis, Hypena, Euclidia, Geometra, Bapta, Ematurga, Bupalus, Cidaria, Scoria.* Tous les Macrolépidoptères que j'ai disséqués possèdent six tubes de Malpighi, avec quelques variétés quant au mode de la ramification, à la présence ou l'absence de la soi-disant vessie urinaire, etc. Les vaisseaux malpighiens de quelques Sphingides (*Macroglossa fusiformis*, par exemple) portent beaucoup de petits rameaux, qui les rendent presque plumeux; ces rameaux peuvent être considérés comme résultat de varicosités excessivement développées.

» En résumant les recherches que je viens d'exposer, nous pouvons éta-

blir trois types de vaisseaux malpighiens chez les Lépidoptères, si on laisse hors de question les formes comme celle de *Tinea misella,* et si la forme à quatre vaisseaux malpighiens n'existe pas en réalité. Ces types sont les suivants :

» 1° Le type à six vaisseaux malpighiens, le plus fréquent. On peut le nommer le *type normal* ou *définitif.*

» 2° Le type à deux vaisseaux malpighiens, que j'ai trouvé chez trois espèces : *Tineola biselliella,* Humm., *Tinea pellionella,* L., et *Blabophanes rusticella,* Hb. Je nomme ce type le *type embryonnaire* ou *atavique.*

» 3° Le type dont les vaisseaux malpighiens forment de chaque côté un arbre fortement ramifié, comme chez *Galleria cereana,* L. Je regarde ce type comme *anormal.* »

ZOOLOGIE. — *Complément de l'histoire du* Chaitophorus aceris *Fabricius* (sub Aphis). Note de M. **J. Lichtenstein.**

« Dans les *Comptes rendus* du 17 juin 1867, MM. Balbiani et Signoret ont donné l'histoire du *Puceron brun de l'Érable.* Ces observateurs n'ont suivi que la moitié de l'évolution biologique de cet insecte; M. Ritsema, à Leiden, et M. Buckton, en Angleterre, ont ajouté quelques détails à ceux qu'avaient fournis les savants français : je puis aujourd'hui donner la série complète des curieuses métamorphoses de cet animal ([1]).

» Les œufs du *Chaitophorus aceris,* cachés pendant l'hiver sous les bourgeons ou dans les fentes de l'écorce de l'Érable (ici c'est sur l'*Acer monspessulanum,* L.), éclosent dès les premiers jours de mars; ils fournissent une fausse femelle du *Pseudogyne* aptère, qui, sans le concours du sexe mâle, pond, après quatre mues de cinq à six jours chacune, soit après vingt ou vingt-cinq jours, de jeunes Pucerons, dont une partie acquiert des ailes, et qui se répandent soit à proximité, soit à distance, selon leurs facultés de locomotion, sur les Érables des environs. Cette seconde phase, à laquelle j'ai donné le nom de *Pseudogyne émigrante,* est agame comme celle qui l'a précédée, subit quatre mues comme elle et produit, non pas

([1]) Je suis étonné qu'en 1867 mes devanciers aient encore employé le vieux nom de genre linnéen *Aphis,* pour un insecte qui, depuis trente ans (Koch, 1857), a été rangé dans le genre *Chaitophorus,* adopté par tous les auteurs contemporains, Passerini, Buckton, Ritsema, Kessler, Witlaczil, etc., etc.

seulement deux, mais trois formes différentes de Pucerons : l'une semblable à elle-même, la seconde garnie de longs poils, la troisième ornée de folioles sur son pourtour.....

» Tout cela, MM. Balbiani et Signoret l'ont dit, au moins en partie, car c'est surtout de ces dernières formes qu'ils se sont occupés. Ils avouent n'avoir pu les suivre et se demandent quelle est la signification de ces individus anormaux de l'*Aphis aceris*, dépourvus de la faculté de se reproduire.

» En appliquant à ces insectes ma théorie de l'évolution biologique des Pucerons, cette troisième phase devait être encore une pseudogyne, et je devais arriver, en la suivant patiemment, à obtenir des sexués. C'est ce qui a eu lieu, mais pas aussi rapidement que je le pensais.

» Tout d'abord, les Pucerons, qui étaient semblables à leur auteur, ont grossi normalement; après les vingt jours, ils m'ont donné des pontes d'embryons garnis de longs poils, tout semblables à ceux que j'avais obtenus dans la ponte précédente. La forme à folioles, observée par les entomologistes de Paris et du Nord, manquait ici à Montpellier, sur l'Érable que j'observais. Mais, à partir de fin mai ou premiers jours de juin, toutes les formes normales avaient disparu et je n'avais plus que les embryons réunis en groupe sur les feuilles, comme les a figurés Réaumur dans le tome III de ses Mémoires.

» Juin, juillet et août étaient passés, sans que mes élèves eussent grossi ou bougé; dans les premiers jours de septembre, les feuilles commençaient à tomber, ce qui devenait gênant pour suivre mes observations. Heureusement j'observai que mes petites bestioles pouvaient très bien, quand la feuille tombée cessait de leur fournir un aliment, l'abandonner et aller chercher fortune ailleurs. Je profitai de cette observation pour transporter ces embryons d'une feuille jaune à une feuille verte, en piquant, avec une épingle, la feuille flétrie à la feuille fraîche. Quelques heures après, tous mes Pucerons se retrouvaient fixés sur cette dernière.

» C'est ainsi que j'eus le plaisir, en arrivant au 12 septembre, de voir sous mes yeux la peau de ces embryons poilus se fendre et me livrer de nouveau un Puceron de forme normale, d'un jaune clair uniforme, qui grossit très vite et commença, dès les premiers jours d'octobre, à pondre des jeunes de dimension différente. Plus petits et plus élancés que tous leurs prédécesseurs, ces insectes, verts d'abord, puis devenant brun noir, couraient sur les rameaux de l'Érable et me donnèrent la preuve que j'avais sous les yeux les deux sexes, car les accouplements étaient fréquents, le même mâle fécondant évidemment plusieurs femelles.

» Mais ce n'est pas tout : poussant le polymorphisme à l'extrême, je vois, parmi les nombreux mâles aptères, quelques mâles qui sont ailés, et, de même que nous avons vu la seconde phase composée de *Pseudogynes émigrantes* en partie ailées, en partie aptères, nous assistons ici à une production de mâles aptères, pour féconder les femelles qui sont sur le même arbre, et de mâles ailés pouvant aller au loin chercher les femelles qui se sont laissées choir ou que le vent a emportées.

» Peu de temps après l'accouplement, la femelle pond, sous les bourgeons ou dans les fissures de l'écorce des Érables, ses œufs, jaune clair d'abord, mais bientôt d'un noir vernissé brillant : ce sont ces œufs qui éclosent au printemps et fournissent la *Pseudogyne* fondatrice de la colonie. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les caractères d'une Conifère tertiaire, voisine des Dammarées* (Doliostrobus Sternbergi). Note de **M. A.-F. Marion**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Le bassin tertiaire d'Alais contient, dans sa partie moyenne, une flore fossile, déjà signalée par Emilien Dumas et dont la position est exactement déterminée entre les assises à *Paloplotherium minus*, *Adapis parisiensis* d'une part, et les grès à *Anthracotherium* de l'autre, c'est-à-dire à peu près sur l'horizon des flores des Camoins, de Saint-Jean-de-Garguier et de Saint-Zacharie, dans le bassin de Marseille, plus récentes d'un degré que celle des gypses oligocènes d'Aix en Provence. J'ai pu, grâce à l'intervention de M. l'ingénieur Dhombre et au zèle éclairé de MM. Pouthier, Saunier et Meuse, du service de la construction de la Cie P.-L.-M., réunir au Muséum de Marseille un nombre considérable d'empreintes végétales des terrains du Gard, découvertes à Célas et à Monteils. Ces plantes fossiles seront décrites en détail, ainsi que les Vertébrés et les Insectes qui leur sont associés; je ne veux m'occuper ici que d'une seule espèce de ce gisement, une Conifère, l'*Araucarites Sternbergi*, Goepp., faussement attribuée par Heer au genre *Sequoia* et rapportée de nouveau par Gardner aux *Araucaria* proprement dits. Les organes de tous genres que j'ai sous les yeux me permettent de reconstituer ce végétal et de définir sa nature réelle plus exactement qu'on n'avait pu le faire jusqu'ici.

Les rameaux de cette Conifère couvrent, à Célas, les dalles d'une certaine couche, presque à l'exclusion de toute autre espèce. Ils sont souvent de

grande taille, assez complets, et tels qu'ils semblent s'être détachés autrefois par un phénomène naturel de végétation. Ils portent les feuilles en crochets trigones caractéristiques; mais, à côté du type ordinaire, on observe des branches dont les appendices prennent, en s'allongeant, la forme en aiguille droite ou à peine recourbée à l'extrémité. Ces deux sortes de rameaux sont toujours associées; je ne pense pas qu'elles indiquent deux espèces distinctes. Elles dénotent à mon avis, pour la plante fossile, un polymorphisme des appendices semblable, par exemple, à celui que possède le *Cryptomeria japonica*, dont la race portant des feuilles minces et longues, appelée dans les jardins *Cryptomeria elegans*, reproduit assez exactement la variation que je signale. D'ailleurs, le port et l'aspect général de l'*Araucarites Sternbergi* ont dû se rapprocher beaucoup de ceux du *Cryptomeria*, plus encore que du *Sequoia gigantea* et des *Araucaria* de la section *Eutacta*. Cette ressemblance ne tenait pas seulement à la forme et à la disposition des feuilles, elle devait résulter surtout de la ramification des axes; mais il faut immédiatement remarquer que ces analogies n'entraînent pas une parenté directe et ne peuvent déterminer la place systématique de la plante fossile. L'existence des appareils reproducteurs vient heureusement nous fixer d'une manière plus certaine.

» Les chatons mâles étaient axillaires, réunis en petites touffes vers le sommet des rameaux, et leur emplacement est encore reconnaissable, après leur chute, par suite de l'écartement des feuilles à l'aisselle desquelles ils étaient insérés. Les strobiles, par contre, étaient absolument terminaux. Ces cônes femelles atteignaient, à leur entier développement, une longueur moyenne de $0^{m},04$. Ils portaient un nombre assez considérable d'écailles, reproduisant assez bien la structure des organes des *Araucaria*, c'est-à-dire qu'elles étaient terminées, au-dessus d'un corps cunéiforme, par un mucron mince et assez aigu, long de 5^{mm} à 6^{mm}. Ces écailles étaient caduques. On les trouve, en effet, éparses en grand nombre dans la couche, pêle-mêle avec les rameaux, et l'on a pu reconnaître, outre quelques cônes absolument intacts, détachés accidentellement de l'arbre avant maturité, de vieux axes entièrement dépouillés de leurs écailles, ou n'en présentant plus que quelques-unes dans la partie supérieure du strobile.

» Jusqu'ici, à l'exception de la disposition axile des chatons mâles, les caractères répondent assez bien à ceux des *Araucaria;* mais, tandis que dans ce genre la graine, unique, est intimement soudée avec la bractée, chez la plante fossile, cette graine était libre comme dans les *Dammara*, et portait,

encore, à l'exemple de ces dernières Conifères, une aile unilatérale très développée. Ces particularités suffisent pour créer un genre distinct, auquel je donne le nom de *Doliostrobus*.

» Les *Doliostrobus* avaient, avec un système végétatif bien différent de celui des *Dammara*, des chatons mâles axillaires, des strobiles à écailles caduques, enfin des graines libres et munies d'une aile latérale comme les *Dammara*.

» Cette diagnose devient particulièrement intéressante si on la rapproche de celles de certaines Conifères anciennes. Les *Doliostrobus* nous apparaissent alors comme le dernier prolongement des *Pachyphyllum* jurassiques, dont ils portaient à la fois le feuillage et les cônes. Ce groupe des Pachyphyllées offrait des caractères intermédiaires entre les *Araucaria* et les *Dammara* et devait se rattacher à la même souche que ces deux genres. Il a eu, en tous cas, une destinée différente, car, tandis que les *Araucaria* et les *Dammara* quittaient l'Europe vers la fin de la période crétacée, mais se perpétuaient en se propageant vers l'hémisphère austral, les Pachyphyllées, représentées au temps de la craie par les *Cyparissidium*, persistaient en Europe, à l'époque tertiaire, avec le genre *Doliostrobus*, sans toutefois se prolonger jusque dans les flores actuelles. Je crois pouvoir ajouter néanmoins que les *Doliostrobus* ne se sont pas éteints avec la période oligocène. Diverses empreintes recueillies en Cerdagne, près de Bellver, province de Lerida, par M. Rerolle, dans des couches mio-pliocènes, me paraissent se rapporter à une espèce nouvelle de *Doliostrobus* (*D. Rerollei*). Les rameaux sont seulement un peu plus touffus et les feuilles un peu plus larges que chez le *D. Sternbergi*, mais l'écaille isolée, trouvée associée à ces branches, diffère absolument de l'espèce oligocène. Elle est bien plus grande (longueur $0^{m},04$, largeur 25^{mm}), plus régulièrement ovoïde, et son bord supérieur libre n'a plus qu'un rudiment de mucron, rappelant encore mieux par ce caractère les organes des *Dammara*. La place de la graine est reconnaissable sur cette écaille, mais la graine s'est détachée, de telle sorte que tous les caractères des *Doliostrobus* se retrouvent dans ces empreintes, qui prolongent ainsi l'existence de ce genre de plantes jusqu'à la période pliocène. »

GÉOLOGIE. — *Sur une grande oscillation des mers crétacées en Provence.* Note de M. L. COLLOT, présentée par M. Hébert.

« Pendant la période crétacée, des sédiments importants se sont répartis, d'une part, dans les Bouches-du-Rhône et la partie adjacente du Var, d'autre part, dans les Alpes-Maritimes. La partie centrale du Var, comprise entre Antibes, Grasse, Draguignan, Aups, Régusse, Barjols, Cotignac, Lorgues, le Luc, Collobrières, n'a vraisemblablement reçu aucun dépôt des mers crétacées. J'ai réussi, par une étude détaillée de la région, à fixer l'extension variable des dépôts crétacés des diverses époques le long du bord occidental de cette barrière.

La formation jurassique se termine par des calcaires lithographiques blanchâtres exploités à Pourrières. Dans les derniers bancs de cette localité, des perforations de lithophages annoncent déjà des eaux devenues moins profondes. Coquand a signalé à Vaufrège des perforations qui marqueraient la séparation du jurassique et du valangien. Enfin j'ai vu des lithophages dans le valangien lui-même, près de la station d'Auriol. Dans l'épaisseur du néocomien proprement dit, j'en ai observé de très nets dans la montagne de Garlaban, entre Auriol et Allauch. Aussi, le néocomien ne dépasse-t-il guère ce point à l'est, et il manque dans la partie orientale de ce chaînon. Il y a retrait par rapport au valangien, qui va jusqu'à la station d'Auriol. Une ligne qu'aucun dépôt néocomien ne franchit vers l'est peut être tracée par Régusse, la Verdière, Esparron-de-Pallières, Ollières, Trets, Belcodène, Roquevaire, le Plan-d'Aups, Nans, Méounes, Solliès, Hyères.

» Le voisinage de cette ligne ne nous offre que des dépôts côtiers à *Echinospatagus* et Bivalves.

» La limite de l'urgonien est plus resserrée que celle du néocomien : elle passe par Mallemort, Lambesc, Éguilles, Aix, pour rejoindre la ligne précédente vers le Plan-d'Aups.

» L'aptien et le gault rétrogradent partout au sud de la rivière de Lar; ils s'étendent à l'est jusqu'à Mimet et Peypin, mais sont exclus du territoire d'Allauch.

» Le cénomanien existe aux Martigues, aussi bien qu'à la Bédoule et au Beausset, mais il n'atteint pas les points extrêmes que j'ai signalés pour le gault dans la direction nord-est : je n'ai pu constater qu'une minime épaisseur de cet étage à Simiane, et rien au delà.

» Le turonien à *Radiolites cornupastoris* se tient à peu près dans les mêmes limites.

» Là se termine la phase *régressive* de la sédimentation, et une nouvelle série, dont tous les termes sont *transgressifs*, commence.

» Au pied de la chaîne qui court est-ouest d'Aix à Saint-Chamas, par Éguilles, on voit le calcaire à Réquiénies limité supérieurement par une surface perforée, sur laquelle repose une faible épaisseur de calcaire à *Hippurites organisans* et *H. cornuvaccinum* (deuxième niveau à Hippurites). Toutes les couches intermédiaires manquent. Les dépôts envahissent à ce moment à peu près toute la vallée de Lar, tandis que l'aptien, le cénomanien sont confinés dans le sud.

» Dans la direction de l'est, le phénomène d'invasion est très remarquable. Dans l'ouest de Garlaban, sur Allauch, la succession des assises est la suivante :

» 1° Calcaire valangien à *Natica Leviathan* et Nérinées;

» 2° Marne néocomienne à *Ostræa Couloni* et calcaire à silex;

» 3° Calcaire rouge, lumachelle, à Foraminifères et débris d'Échinides;

» 4° Calcaire à Hippurites.

» Il y a là une lacune importante, car les calcaires rouges, partout où ils existent, se lient intimement aux calcaires à Hippurites, alternent quelquefois avec eux, et à Martigues se montrent supérieurs aux grès, qui, eux-mêmes, surmontent le *Radiolites cornupastoris*. Donc, à Allauch, le système à Hippurites repose déjà sur le néocomien. Avant d'atteindre l'extrémité est de la montagne, la lacune s'agrandit et les mêmes calcaires rouges reposent sur le valangien. Enfin, quelques kilomètres encore à l'est, dans la montagne de Regagnas, il n'y a plus de calcaires rouges et les calcaires à Hippurites sont directement supportés par le calcaire blanc jurassique supérieur.

» La surface de contact est perforée et enduite d'une patine de limonite. Un témoin de la même superposition est resté dans l'Olympe (aux Pons) et elle se reproduit tout le long du bord septentrional du Plan-d'Aups et dans le prolongement du calcaire à Hippurites vers Mazaugues et jusqu'à Brignolles. Dans ce fond oriental du golfe, les calcaires à Hippurites alternent plusieurs fois avec des marnes et sables très puissants, quelquefois semés de jayet. Ce sont des signes non équivoques du voisinage de la terre ferme et probablement d'une embouchure de rivière.

» Les dépôts lacustres qui succèdent aux Hippurites sont encore plus étendus qu'eux, notamment dans la direction nord. A Pourrières, à Ol-

lières, au Val, on trouve déjà, sur le jurassique, les couches lacustres les plus anciennes, celles qui supportent les lignites de Fuveau. Il faut atteindre l'étage de Rognac, notablement supérieur à ces mêmes lignites, pour voir les sédiments crétacés s'étendre aux deux revers des Alpines et des collines de Rogues, ainsi qu'entre Jonques et Rians. La Durance est même dépassée, à Mérindol et vers Pertuis. Dans la direction de l'est, Salernes, Aups sont envahis. Entre Moissac et Aups, les matériaux détritiques sont assez grossiers pour qu'on reconnaisse aisément leur provenance. Les cailloux roulés de granulite et de pegmatite des Maures et de porphyre rouge de l'Esterel témoignent de l'existence d'une rivière venue de l'est.

» En résumé, il y avait à l'est et au nord de la mer crétacée de la basse Provence une terre ferme dont les Maures et l'Esterel faisaient partie. Cette terre a augmenté de largeur aux dépens de la mer crétacée jusqu'à l'époque turonienne. Au contraire, pendant le dépôt du crétacé supérieur, elle a été graduellement envahie. L'empiétement a augmenté lorsque le golfe marin s'était déjà transformé en lac d'eau douce. Jamais, toutefois, la submersion n'a été totale. Un isthme a subsisté toujours, à partir de la craie moyenne, entre la mer crétacée *alpine* et celle de la région *rhodano-méditerranéenne*. L'axe de cet isthme passait à peu près par Fayence, Comps, Moustiers. Ainsi s'expliquent des différences profondes. Il n'y a pas, au-dessus de l'urgonien, un seul rudiste du côté est de cette barrière, fait judicieusement remarqué par M. Hébert comparant le cénomanien d'Escragnolles avec celui de la Bédoule. Le sénonien du Vercors, des Hautes et des Basses-Alpes, des Alpes-Maritimes, se sépare nettement, par les caractères négatifs de sa faune, des couches de même âge du bassin rhodanien. Il rappelle au contraire celui du nord de l'Europe.

» La même barrière a joué un rôle aussi capital dans la géographie du tertiaire ancien. La mer nummulitique a séjourné dans la région des Alpes, tandis que des lacs d'eau douce, faisant suite à celui qui a vu la fin de la période crétacée, régnaient sans partage dans la région *rhodano-méditerranéenne*. »

GÉOLOGIE. — *Sur les calcaires à Echinides de Stramberg (Moravie).* Note de M. G. COTTEAU, présentée par M. Hébert.

« Les calcaires de Stramberg, dans les monts Karpathes, sont très intéressants à étudier au point de vue stratigraphique et paléontologique.

Grâce aux exemplaires qui m'ont été communiqués par le Musée de Munich, par le Geologische Reichsanstalt, et à ceux que M. Hébert a rapportés de cette région et qu'il a bien voulu me confier, je viens de décrire et de faire figurer les Echinides assez nombreux qu'on y rencontre.

» J'ai pu déterminer vingt-huit espèces réparties en quinze genres et appartenant à huit familles distinctes. Cette abondance de genres imprime une variété remarquable à la faune échinitique des calcaires de Stramberg.

» Sur ces vingt-huit espèces, cinq seulement sont nouvelles et signalées pour la première fois : *Cidaris strambergensis, C. gibbosa, C. subpunctata, C. Sturi* et *Hemicidaris Zitteti.* Cette dernière espèce se retrouve dans le terrain jurassique de l'Hérault, à un niveau à peu près identique, mais elle n'a encore été ni décrite ni figurée.

» Vingt-trois espèces étaient déjà connues et avaient été indiquées en Europe et en Algérie, dans d'autres gisements; dix-huit notamment se trouvent dans les étages corallien et kimméridgien, et par le nom de *corallien* nous entendons ce vaste ensemble de couches compris entre l'étage oxfordien et l'étage kimméridgien. Quelques-unes de ces espèces sont assurément les plus répandues et les plus caractéristiques de ce puissant étage corallien ; il suffit de citer les *Cidaris Blumenbachi, propinqua* et *marginata,* les *Hemicidaris Agassizi* et *crenularis,* l'*Acrocidaris nobilis,* le *Pedina sublævis,* le *Stomechinus perlatus,* pour établir combien sont étroits les rapports qui unissent les couches de Stramberg, c'est-à-dire les calcaires blancs et compacts à Echinides, avec les dépôts jurassiques supérieurs de France et de Suisse. C'est un fait à noter, que presque toutes les espèces coralliennes qu'on rencontre à Stramberg sont précisément celles qui ont eu le plus de durée dans les âges précédents. Le *Pseudodesorella Orbignyi,* par exemple, commence à se montrer dans l'étage corallien inférieur, où il a été signalé pour la première fois; il persiste dans le corallien supérieur, remonte jusque dans l'étage kimméridgien et atteint son maximum de développement dans les calcaires de Stramberg. La durée du *Pedina sublævis* est plus longue encore. Cette espèce fait son apparition dans l'étage oxfordien et même dans l'étage callovien; elle abonde dans les calcaires à chailles, dans le corallien inférieur, dans le corallien moyen et supérieur, dans l'étage kimméridgien, et est très nombreuse dans les couches de Stramberg. Il en est de même ou à peu près de l'*Holectypus corallinus,* de l'*Acrocidaris nobilis,* du *Stomechinus perlatus.*

» En résumé, l'étude des Échinides nous conduit à ce résultat, que les

calcaires à Échinides de Stramberg représentent la partie supérieure du terrain jurassique et renferment, associées dans une couche relativement de peu d'épaisseur, des espèces qui se sont développées, dans d'autres localités, à des niveaux très variables, mais surtout dans le groupe appelé *étage corallien* d'Orbigny.

» Parmi ces espèces, quelques-unes méritent de fixer l'attention. Nous citerons le *Pseudodesorella Orbignyi*, très rare dans toutes les localités où sa présence avait été constatée et cependant assez commune à Stramberg, type remarquable par sa forme générale, sensiblement plus large que longue, arrondie en avant, subanguleuse en arrière par son périprocte très étendu, piriforme, placé dans un sillon profond; le *Pyrina icaunensis*, espèce plus rare encore, représentée dans les calcaires de Stramberg, par un assez grand nombre d'échantillons dont quelques-uns sont de taille beaucoup plus forte que ceux de France et de Suisse; le *Cidaris glandifera*, espèce essentiellement jurassique, qui nous a offert, en même temps que quelques tests assez mal conservés, des radioles très abondants, longtemps confondus par les auteurs avec d'autres radioles dont la forme est très voisine, mais qu'on rencontre en Palestine, à un niveau tout différent, dans l'étage cénomanien, auxquels M. Fraas a restitué avec raison le nom très ancien de *Cidaris glandaria;* le *Cidaris carinifera*, d'une extrême rareté en dehors des calcaires de Stramberg, où les radioles sont communs et diffèrent un peu de ceux que nous connaissons par leur grande taille, par leur tige très renflée, fortement acuminée au sommet, ornée de côtes nombreuses et serrées; le *Rhabdocidaris maxima*, l'un des plus beaux types du genre *Rhabdocidaris* et qui se distinguera toujours facilement à sa grande taille, à ses aires ambulacraires planes, à ses tubercules interambulacraires écartés, superficiels, toujours développés, à sa zone miliaire peu étendue, couverte de granules fins, serrés, homogènes; le *Stomechinus perlatus*, si fréquent en France et en Suisse, dans les calcaires à chailles et les couches inférieures de l'étage corallien, et que nous retrouvons à Stramberg avec ses diverses variétés, tantôt renflé, élevé, subconique (*Echinus perlatus*), tantôt moins épais, subhémisphérique, un peu déprimé (*Echinus lineatus*), quelquefois globuleux, arrondi et de très fortes dimensions.

» Le petit nombre des espèces nouvelles d'Échinides rencontrés dans les calcaires de Stramberg est à signaler : cinq seulement sur vingt-huit. En ce qui concerne les Céphalopodes, les Gastéropodes, les Acéphales, décrits par MM. Zittel et Boehm, il en est tout différemment, et le nombre des espèces nouvelles, propres jusqu'ici à l'horizon géologique des couches de

Stramberg, est beaucoup plus considérable que celui des espèces déjà connues. »

M. **Hébert**, à la suite de cette Communication, fait observer que les calcaires à Céphalopodes de Stramberg, ainsi qu'il croit l'avoir démontré, constituent un massif complètement distinct des calcaires à Échinides, et d'un âge postérieur. Ces deux massifs sont en contact à Stramberg par suite d'un accident stratigraphique. Presque partout ailleurs, ils sont isolés et contiennent chacun leur faune spéciale.

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation de la couronne solaire en Algérie.* Extrait d'une Lettre de M. **E. Fuchs** à M. A. Cornu.

« ... Je vous envoie un petit croquis bien informe (mais que je ne veux pas retoucher de mémoire, de crainte d'en altérer la fidélité), qui vous montre un fragment de spectre solaire, au milieu de la couronne bistrée, que j'ai observé et dessiné dans la plaine de la Métidja (Algérie), le 31 octobre 1884, à $7^h 15^m$ du matin.

» Les couleurs ont disparu dès que le Soleil a été un peu au-dessus de l'horizon.

» Le fragment de spectre, visible entre deux nuages au milieu de la couronne, était à 20° au-dessus de l'horizon et plus haut que le Soleil.

» J'ajoute que, pendant tout mon séjour, la couronne était plus visible le matin que le soir (entre Tenez et Cherchell). Je l'ai vue distinctement aussi en mer, au moins à l'aller, car nous avons eu un temps atroce en revenant. Enfin elle m'a paru exceptionnellement belle entre Valence et Orange, le lundi 3 novembre, de 3^h à 5^h du soir..... Sur le petit fragment de spectre (qui s'arrêtait au jaune verdâtre), le rouge était tourné vers le Soleil.....

MÉTÉOROLOGIE. — *Observation d'un bolide, le* 3 *novembre* 1884; par M. **Ch. Dufour**.

« Le 3 novembre 1884, à $9^h 35^m$ du soir, temps moyen de Berne, ou $9^h 15^m$, temps moyen de Paris, j'ai observé, de Morges, situé par 46° 30′ de latitude nord et 4° 9′ de longitude est de Paris, un superbe bolide, qui s'est

abaissé obliquement en se rapprochant du nord, et qui a disparu à l'horizon du côté de l'ouest. Il brillait comme une chandelle romaine, mais son apparition a été de très courte durée.

» Le clair de lune empêchait de distinguer, dans son voisinage, quelque corps céleste auquel il fût possible de le rapporter. Mais le point où il disparut à l'ouest avait un azimut de 120°, compté à partir du nord en passant par l'ouest.

» J'apprends par les journaux de Paris que le même soir, un peu après 9h, un magnifique bolide a été observé en quelques points de la France, entre autres à Châtellerault et à Orthez. D'après l'heure, et d'après la direction où on l'a vu, il est probable que c'est le même bolide que celui que j'ai observé de Morges. »

M. **Ch. Rabot** adresse, par l'entremise de M. Daubrée, une Note sur un bolide qu'il a observé le 21 septembre dans la Laponie russe, et qui a éclaté comme une fusée aux deux tiers de sa trajectoire.

M. **Ed. Cazeaux** adresse, de Bir-Kasdali (Algérie), un Mémoire intitulé : « Des forces naturelles et de la nature de l'électricité ».

La séance est levée à 4 heures un quart. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 novembre 1884.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CXI. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Direction générale des Douanes. Tableau général du Commerce de la France avec ses Colonies et les Puissances étrangères pendant l'année 1883. Paris, Imp. nationale, 1884; in-4°.

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux; 3e et 4e fascicules, 1883. Paris, G. Masson; Bordeaux, Féret, 1884; in-8°.

Recherches expérimentales sur l'excitabilité électrique des circonvolutions

cérébrales et sur la période d'excitation latente du cerveau; par le Dr H. DE VARIGNY. Paris, F. Alcan, 1884; br. in-8°. (Présenté par M. Vulpian pour le concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Du pansement ouaté; par ALPH. GUÉRIN. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-12.

Note sur la ventouse abdominale du Liparis barbatus; *par* M. M. STUCKENS. Bruxelles, F. Hayez, 1884; br. in-8°.

Les accumulateurs électriques et la mécanique de l'électrolyse; par A. BANDSEPT. Paris, Michelet, sans date; br. in-8°.

Recherches sur la mort du comte de Chambord, etc.; par le Dr RÉZARD DE WOUVES. Paris, Dentu, 1884; br. in-8°.

Le système de Saturne. Détermination des dimensions et des anneaux de la planète, des orbites de six satellites et de la masse de Saturne; par M. W. MEYER. Genève, H. Georg, 1884; in-4°. (*Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève.*)

Les dérivés ammoniacaux des sels d'argent; par A. REYCHLER. Berlin, R. Friedländer; Bruxelles, Lebègue, 1884; in-8°.

Sulle opere di bonificazione della plaga litoranea dell'agro romano che comprende le paludi e gli stagni di Ostia, Porto, Maccarese e delle terre vallive di Stracciacappa, Baccano, Pantano, Lago dei Tartari; per G. AMENDUNI. Roma, tipogr. E. Botta, 1884; in-4°, avec atlas in-f°.

G. ZANON. *Analisi delle ipotesi fisiche;* Venezia, tipogr. L. Tondelli, 1885; in-8°.

Nuova dottrina sulla genesi del nostro sistema solare, esposta dal Dr C. GUERRA. Alessandria, 1884; in-12.

Meddelelser om Grönland udgivne of Commissionen for Ledelsen af de geologiske og geographiske Undersogelser i Grönland; 2, 3, 4, 5, 6 Hefte. Kjobenhavn, 1880-1883; 5 vol. in-8°.

Flora fossilis Grönlandica. Af bildninger af Grönlands fossile Flora ved Dr OSWALD HEER. Kjobenbavn, 1883; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 27 octobre 1884.)

Page 697, ligne 20 en remontant, *au lieu de* t. XCVII, *lisez* t. LXXXVII.

(Séance du 3 novembre 1884).

Page 746, lignes 13 et 14, *au lieu de* rentrer x fois le terme $\frac{1}{2}$ sous le signe. . , *lisez* rentrer λ fois le terme $\frac{1}{z}$ sous le signe. . .

Même page, ligne 15, *au lieu de*

$$\sum \frac{(x-\alpha)+i(y-\beta)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2}, \textit{ lisez } \sum \frac{(x-\alpha)-i(y-\beta)}{(x-\alpha)^2+(y-\beta)^2}.$$

Même page, dernière ligne, *supprimez les trois mots* changée de signe.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 NOVEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE. — *Sur les sacs respiratoires du* Calao Rhinoceros. Note de M. ALPH. MILNE-EDWARDS.

« En 1865, j'ai eu l'occasion de montrer que, chez un certain nombre d'Oiseaux, l'air, après avoir pénétré dans les réservoirs pneumatiques ordinaires, se répand entre les muscles et la peau. J'ai décrit la disposition de cet appareil d'abord chez le Pélican et le Kamichi, où les mailles du tissu cellulaire sous-cutané, se distendant ainsi, produisent une sorte d'emphysème normal [1], puis chez le Fou de Bassan et le Marabout, où l'air occupe sous la peau de vastes poches bien délimitées [2]. M. Richard Owen

[1] *Observations sur l'appareil respiratoire de quelques Oiseaux* (*Annales des Sciences naturelles, Zoologie*, 5e série, t. III, p. 135; 1865.

[2] *Note additionnelle sur l'appareil respiratoire de quelques Oiseaux* (*Op. cit.*, t. VII, p. 12; 1867). *Voir* aussi, sur la disposition des sacs aériens du Fou de Bassan, une Note de M. P. Bert (*Bulletin de la Société philomathique*, p. 143; 1865), et sur les sacs aériens du Marabout une Note de M. Boulart (*Bulletin de la Soc. philomathique*, 7e série, t. III, p. 129 et 189; 1879).

avait signalé, dès 1836, la légèreté des os du squelette des Calaos, qui tous sont pourvus de trous d'aération ([1]); mais on ne connaissait pas la disposition des sacs respiratoires : on savait seulement, grâce à quelques observations de M. R. Germain, que sous la peau la pneumatose est extraordinaire.

» Cet été, M. P. Fauque, chargé par le Ministre de l'Instruction publique d'une mission scientifique à Sumatra, a rapporté un *Calao Rhinoceros* vivant, qu'il s'est empressé d'offrir à la ménagerie du Muséum. Cet Oiseau est mort récemment, et j'ai pu étudier la conformation de ses réservoirs aériens, dont le développement est remarquable. Les poches intrathoraciques et abdominales ne présentent rien de particulier; mais de tous côtés le corps est entouré par des sacs aériens qui s'interposent entre la peau et la chair, excepté sur la ligne médiane et inférieure, au-dessous du brechet et de l'abdomen, où les téguments sont adhérents aux muscles; de chaque côté de cet espace naît un système de grandes poches qui d'abord occupent les flancs, puis se prolongent jusqu'à l'extrémité de l'aile et s'étendent ensuite en arrière, où on les suit, dans les membres inférieurs, jusqu'aux dernières phalanges des pieds. Ces sacs ne sont pas formés, comme chez les Pélicans et les Kamichis, par les mailles du tissu cellulaire : ils ont des parois propres et d'une grande solidité relative; la base des plumes fait saillie dans leur intérieur, mais l'air ne peut pas entrer dans les tuyaux qui restent fermés. De nombreuses brides fibreuses rattachent la peau aux muscles sous-jacents et des cloisons incomplètes, subdivisant les poches aériennes, servent en même temps à soutenir les nerfs et les vaisseaux qui se rendent dans la peau. Quand tout ce système est distendu par l'air, le corps de l'Oiseau acquiert un volume considérable.

» Au devant du cou, un grand réservoir médian naît dans l'intervalle intrafurculaire; il est en partie séparé par une membrane du sac claviculaire, avec lequel il communique, et il remonte jusqu'au-dessous de la mandibule, se terminant entre les cornes hyoïdiennes et le larynx supérieur. La trachée est libre dans ce réservoir, mais l'œsophage adhère à sa paroi supérieure. Le muscle cléidotrachéen, après avoir pris ses attaches sur le bord de la fourchette, s'épanouit sur les parois de ce sac et ne l'abandonne que pour aller se fixer à la partie supérieure de la trachée; il

---

([1]) R. Owen, *On the concave Hornbill, Buceros cavatus* (*Transactions of the Zoological Society of London*, t. I, p. 117; 1836).

constitue un panicule charnu dont les contractions doivent chasser l'air contenu dans cette poche.

» Au-dessus et sur les parties latérales du cou existe un autre sac incomplètement cloisonné sur la ligne médiane; il s'étend en avant jusqu'au-dessus du crâne, et c'est par son intermédiaire que l'air pénètre dans les cellules du casque et de la mandibule supérieure. Ce réservoir sous-cutané est indépendant des sacs cervicaux situés au-dessous des vertèbres, dans la gouttière où cheminent les deux artères carotides; il se continue sur le dos de l'Oiseau et communique avec les sacs alaires, que l'on peut diviser en deux portions, l'une antérieure, l'autre postérieure.

» La première occupe toute l'étendue de la membrane alaire; elle est limitée en haut par le ligament tenseur de cette membrane, et en bas elle adhère d'abord au muscle biceps, puis dans la région antibrachiale, aux muscles rond pronateur, petit palmaire et cubital postérieur, remplissant l'intervalle laissé entre ces muscles, qui semblent baignés par l'air. Ce sac se continue au-dessus du métacarpien et du doigt principal jusqu'à l'extrémité de celui-ci : il fournit l'air à la partie inférieure de l'humérus, au cubitus, au radius et au pouce de l'aile; des cloisons incomplètes le subdivisent en plusieurs compartiments, et il communique largement avec le réservoir claviculaire.

» Le second sac alaire correspond au *diverticulum* que M. Sappey désigne sous le nom de *prolongement sous-scapulaire et huméral;* mais, au lieu d'être très petit, il est de dimensions énormes, car il s'étend en arrière de l'aile, puis se prolonge au-dessus du corps jusqu'au bassin; il communique sur la ligne médiane avec le sac du côté opposé, et il est traversé par de nombreuses brides rattachant la peau aux aponévroses musculaires. Dans le creux axillaire, il est bordé par le muscle tenseur de la membrane alaire postérieure, puis il suit le long de l'humérus et le muscle triceps, passe en arrière du coude et s'étend dans la région antibrachiale et métacarpienne, s'interposant aux tuyaux de toutes les grandes plumes de l'aile qui le traversent pour aller s'attacher au cubitus; les brides tendineuses et élastiques, servant aux mouvements de rotation des rémiges, adhèrent à ses parois, et c'est lui qui fournit l'air du métacarpien et des phalanges du doigt principal.

» Le sac sous-pectoral est distinct des deux précédents, et ses dimensions n'offrent rien d'exagéré.

» Le membre inférieur est pourvu de réservoirs disposés sur le même plan que ceux du membre supérieur; ils reçoivent l'air par l'intermédiaire

du sac abdominal. L'un d'eux, situé en avant du fémur, est limité d'une part par le muscle couturier et, d'autre part, par le droit antérieur et par les fessiers. Il se prolonge au devant du genou, sur la face antérieure de la jambe, et communique avec le trou pneumatique du fémur. L'autre réservoir, que l'on peut assimiler à celui de la membrane alaire, est situé en arrière de la cuisse; il est limité, d'un côté, par le muscle droit antérieur, et de l'autre côté par le biceps et le demi-tendineux; il occupe le creux poplite et envoie de l'air au tibia et au péroné, puis il se continue le long de la jambe et du métatarsien jusqu'aux dernières phalanges, qui reçoivent l'air par son intermédiaire.

» Indépendamment de ces poches sous-cutanées, on voit de chaque côté du coccyx un sac qui n'est qu'une dépendance du sac abdominal et qui s'étend jusqu'à la dernière vertèbre, en forme de soc de charrue, où il porte l'air, tandis que toutes les autres vertèbres coccygiennes ne sont pas pneumatisées ([1]).

» Il résulte de cette disposition que, pour son volume, le *Calao Rhinoceros* est remarquablement léger; cet Oiseau est environ de la grosseur d'un dindon, et c'est à peine si son poids dépasse 1500^{gr}. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action anesthésique du chlorhydrate de cocaïne.* Note de M. **Vulpian**.

« Le chlorhydrate de cocaïne est, en ce moment, l'objet de nombreuses recherches, de la part des médecins et des physiologistes. On sait, depuis les expériences de M. Koller, de Vienne, bientôt répétées par d'autres médecins du même pays, que quelques gouttes d'une solution aqueuse du sel de cocaïne, au $\frac{1}{100}$, instillées entre les paupières, déterminent, chez l'homme, une insensibilité complète de la conjonctive oculaire et de la cornée transparente. Cette insensibilité est obtenue au bout de trois ou quatre minutes; elle ne dure que quelques minutes. Pendant qu'elle existe, on peut toucher la conjonctive ou la cornée sans provoquer le moindre mouvement réflexe des paupières de l'œil correspondant, tandis que le plus léger contact portant sur la cornée de l'autre œil détermine aussitôt une brusque occlusion des paupières. Cette observation physiologique a conduit à des applications pratiques d'un grand intérêt, soit pour cal-

(1) Ce sont les seules pièces du squelette qui ne reçoivent pas d'air.

mer les douleurs dues à des inflammations de la conjonctive et de la cornée, soit pour effectuer certaines opérations sur ces membranes.

» On a constaté aussi que le chlorhydrate de cocaïne exerce une action anesthésique locale sur le pharynx, le larynx, etc. Des essais se font pour savoir si l'influence anesthésique de ce sel pourrait être utilisée dans le traitement des affections douloureuses des dents, dans celui des névralgies (injections hypodermiques), des gastralgies, etc.

» Des effets physiologiques tout à fait semblables, en ce qui concerne l'œil, peuvent être observés sur les animaux. En instillant deux ou trois gouttes d'une solution aqueuse au centième de chlorhydrate de cocaïne entre les paupières, chez un chien, et en renouvelant cette instillation au bout de deux ou trois minutes, on produit, comme chez l'homme, une anesthésie bornée à la cornée et à la conjonctive mises en contact avec la solution. La membrane nictitante participe à cette insensibilité. Les mouvements réflexes des paupières de l'œil mis en expérience ne se produisent plus lorsqu'on touche ces membranes : ils ont lieu encore d'une façon normale, soit lorsqu'on menace cet œil, soit lorsqu'on touche l'œil du côté opposé. On observe aussi, comme chez l'homme, après plusieurs minutes, un certain degré de dilatation de la pupille du même côté. L'anesthésie est très passagère; elle ne dure que cinq à six minutes, dans ces conditions.

» Si l'on injecte $0^{gr},10$ du sel de cocaïne en solution aqueuse au centième, dans une veine saphène, vers le cœur, sur un chien non curarisé, on voit presque aussitôt les globes oculaires subir une propulsion; ils deviennent plus saillants, en même temps que les paupières s'écartent et que les pupilles s'agrandissent. Il y a là un effet qui rappelle complètement les résultats de la faradisation du bout supérieur du cordon cervical sympathique coupé en travers. A cet effet s'ajoute l'insensibilité absolue des deux cornées transparentes. Ce n'est pas tout. L'animal se met à remuer vivement la tête, la jetant pour ainsi dire à droite, à gauche, en arrière, et renouvelant sans cesse ce mouvement d'agitation. Détaché et mis à terre, il est dans l'impossibilité de se dresser sur ses pattes; il est tantôt sur le ventre, tantôt sur un des côtés du corps, changeant d'attitude à chaque instant, faisant mouvoir ses membres avec rapidité, comme pour courir ou pour sauter, et agitant la tête avec la même impétuosité que lorsqu'il était attaché : il remue aussi la queue avec vivacité. Ce trouble des mouvements n'est pas convulsif; il semble plutôt être le résultat d'une sorte d'ivresse, toute spéciale. La sensibilité des membres est évidemment diminuée; mais elle n'est pas éteinte, car, en pressant avec force les extrémités digitales

de l'un ou l'autre des membres, on provoque un léger gémissement plaintif.

» Dix minutes environ après l'injection intra-veineuse, les troubles du mouvement perdent de leur intensité; le chien commence à se tenir sur ses pattes; il court et marche en titubant; il vient quand on l'appelle, etc. A ce moment, les cornées transparentes ont repris toute leur sensibilité. Cinq minutes plus tard, l'animal est revenu à l'état normal.

» J'ai renouvelé cette expérience sur un chien curarisé, pour étudier l'action du chlorhydrate de cocaïne sur les sécrétions. La respiration artificielle étant bien entretenue, on avait mis à découvert les canaux excréteurs de la glande sous-maxillaire, du pancréas, le canal cholédoque et l'un des uretères, on y avait fixé des tubes métalliques, et l'on avait compté le nombre de gouttes que chacun de ces tubes laissait échapper en une minute. L'injection intra-veineuse (veine saphène) de 4^{cc} d'une solution aqueuse de chlorhydrate de cocaïne, au centième, a déterminé, comme chez le chien non curarisé, une saillie notable des globes oculaires, avec écartement des paupières et dilatation des pupilles. Quant aux sécrétions, elles n'ont subi aucune modification, sauf pourtant celle de la salive sous-maxillaire, qui est devenue beaucoup plus abondante (40 gouttes par minute, au lieu de 1 à 2). Ce flux salivaire durait encore, au même degré, dix minutes après l'injection, et une nouvelle introduction, dans les veines, de 4^{cc} de la même solution, ne l'a pas fait varier. Cinq à six minutes plus tard, on a injecté, dans la même veine et toujours dans le même sens, 2^{cc} d'une solution aqueuse de sulfate d'atropine au centième. L'action d'arrêt exercée sur l'écoulement salivaire s'est manifestée, mais beaucoup plus lentement que dans les cas de ptyalisme provoqué par la pilocarpine; au bout de dix minutes, on voyait encore, de minute en minute, une goutte de salive se détacher de l'extrémité du tube fixé dans le canal de Wharton. Pendant la durée de l'expérience, les mouvements du cœur, d'abord irréguliers, se sont régularisés et sont devenus un peu plus fréquents que dans l'état normal.

» Le chlorhydrate de cocaïne exerce aussi son action anesthésique locale sur les grenouilles. On produit facilement l'insensibilité de la cornée et de la paupière inférieure, en déposant sur ces parties deux ou trois gouttelettes de la solution au centième de ce sel; la pupille s'élargit aussi quelque peu. On peut, de même, rendre insensible telle ou telle partie du corps par le même procédé. Si l'on fait, par exemple, tremper les doigts d'un des membres antérieurs, une ou deux fois, dans la solution, ces

doigts deviennent, en quelques minutes, tout à fait insensibles, et l'on peut presser tel ou tel de ces doigts, avec force, entre les mors d'une pince anatomique, sans provoquer le moindre mouvement de l'animal, tandis que la même excitation faite sur les doigts de l'autre membre antérieur détermine aussitôt une vive agitation. L'expérience est encore plus frappante lorsqu'elle porte sur un des membres postérieurs. En plongeant, pendant quelques instants, le pied d'une grenouille dans cette même solution au centième, on obtient une insensibilité complète des doigts et de la membrane qui les unit. Si l'on a préalablement coupé la moelle épinière en travers, au niveau de l'origine des nerfs brachiaux, les excitations des extrémités digitales anesthésiées par le sel de cocaïne ne suscitent aucun mouvement réflexe, tandis que le pincement des doigts de l'autre membre postérieur est suivi tout aussitôt d'une brusque flexion des divers segments de ce membre. De même que chez le chien, l'action anesthésique locale du chlorhydrate de cocaïne est très passagère chez la grenouille. Ce sel absorbé sous la peau n'exerce pas une influence bien manifeste sur les mouvements du cœur. Quelques gouttes de la solution au centième, mises directement en contact avec cet organe, ralentissent manifestement ses mouvements. »

MINÉRALOGIE. — *Contribution à l'étude des gîtes phosphatés dans la région du sud-est de la France.* Note de M. **P. de Gasparin.**

« Les phosphates se trouvent principalement, en gîtes plus ou moins étendus, dans les couches néocomiennes à l'état de phosphates de chaux ou de fer en masses sans organisation apparente, et dans les grès verts sous une forme organisée. Ainsi, dans les départements de la Drôme et de l'Isère, le *gault* interposé entre les calcaires urgoniens et le terrain crétacé supérieur contient des ammonites, des oursins, des térébratules et des fragments de coquillages même bivalves, qui, sur certains points, à Reneuril, à Clansagis, aux Bauges en Savoie, à Villars-des-Lins, à la perte du Rhône, etc., contiennent, suivant les analyses de M. le Professeur Lory publiées en 1872, de 30 à 16 pour 100 d'acide phosphorique.

» Il faut remarquer que, si l'on sépare avec autant de soin que possible la partie visible des fossiles, la gangue enveloppante ne contient plus que $0^{m},95$ d'acide phosphorique. C'est un grès ordinaire à ciment calcaire, dans lequel la présence de l'acide phosphorique semble tenir principalement aux particules de fossiles qu'on n'a pu séparer mécaniquement.

» J'ai eu à m'occuper de l'analyse des phosphates du Sud-Est, pour concourir à une enquête ouverte par M. Risler, et ma curiosité a été vivement excitée par la question suivante, qui se posait devant moi. Quelle est l'origine de l'acide phosphorique accumulé dans les fossiles et les coprolithes du gault? Cette accumulation est-elle le produit physiologique de ces existences antédiluviennes, qui se différencieraient ainsi des espèces comparables de notre temps, qui ne contiennent dans leurs enveloppes l'acide phosphorique qu'en proportion minime, ou bien l'accumulation de l'acide phosphorique, dans ces fossiles, tient-elle à un transit prolongé, à une filtration d'eaux contenant des phosphates solubles à travers un calcaire poreux, rencontrant là une place d'élection pour la fixation de l'acide phosphorique, tandis que la matière enveloppante, sablonneuse, qui a servi plus tard à former les grès, se présentait dans des conditions beaucoup moins favorables? Si l'on admettait cette hypothèse, l'accumulation de l'acide phosphorique dans les fossiles du gault serait postérieure à l'existence de l'animal, se serait produite après la destruction complète des matières organiques et aurait concouru à la fossilisation. Quant à l'intérieur de la coquille, il a été évidemment rempli de la gangue sablonneuse enveloppante, et il n'est possible d'en faire le départ que lorsque cette gangue manque de cohésion par l'incomplète solidification du ciment calcaire qui donne au grès du gault sa compacité.

» Cette dernière opinion me semble la plus probable. En effet, si l'on analyse des coquillages de même nature, des ammonites par exemple, qui se trouvent abondamment dans les formations néocomiennes, comme dans le grès vert, on reconnaît que cette richesse disparaît entièrement. Sans doute, ici, la séparation de l'enveloppe est impossible, et le titre phosphorique doit être très affaibli; cependant il devrait en rester quelque chose. Or voici l'analyse complète d'une ammonite des Alpines à la carrière de Saint-Étienne du Grès, près de Tarascon, sur 100 parties :

Silice	7,980
Carbonate de chaux	90,380
Carbonate de magnésie	0,760
Potasse	0,040
Sesquioxydes	0,790
Acide phosphorique	0,050

» Si cette hypothèse sur le mode d'imprégnation des fossiles est fondée,

il doit arriver aussi que des masses calcaires crayeuses soient exposées à ce transit d'eaux phosphatées, et présentent quelquefois, sur des kilomètres, des masses phosphatées semblables, pour la richesse, aux ammonites de certains points du gault. Or c'est justement ce qui arrive. A Viviers, à Tavel, sur la rive droite du Rhône, à Saint-Maximin, dans le Var, des masses énormes de roches calcaires et ferrugineuses présentent un dosage d'acide phosphorique variant, d'après mes analyses, de 34 à 20 pour 100; et même dans le terrain oxfordien, à Quissac, une roche calcaire et alumineuse, sans fer, contient 22 pour 100 d'acide phosphorique.

» J'ai également analysé les fossiles déjà étudiés par M. Lory; mes analyses ne faisant que confirmer les siennes, je n'en parle que pour mémoire. Je ferai remarquer, en passant, qu'on ne pourra exploiter ces gîtes à ammonites ou à coprolithes, dans la vallée du Rhône, qu'après l'épuisement des gîtes de phosphorites compacts, et heureusement on n'en est pas encore là, sans compter les réserves énormes et très riches de l'Espagne. Un fragment de la roche de Peñaflores, près de Séville, qui m'a été envoyé, contenait 40 pour 100 d'acide phosphorique anhydre.

» Ce qui semblerait confirmer qu'il y a eu, à une certaine époque, un suintement continu des eaux à travers ces gîtes, c'est que certaines parties, à Tavel notamment, présentent cette conformation, tantôt caverneuse, tantôt en polypier, qui caractérise ce mouvement particulier des eaux incrustantes.

» On demandera maintenant quelle a été l'origine de ces eaux incrustantes phosphatées. Cette question est livrée à la sagacité des géologues. Comme chimiste, je pourrais la présumer dans les convulsions volcaniques du massif des Cévennes, pour les gîtes de la rive droite du Rhône. Mes nombreuses analyses, auxquelles je dois associer les belles études de M. Ricciardi sur les laves de la Sicile, prouvent la richesse en acide phosphorique des formations volcaniques, et rien n'empêche de penser qu'elles ont dû être accompagnées d'éruptions aqueuses acides. »

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ. — *Démonstration expérimentale de l'inversion de la force électromotrice du contact fer-cuivre à température élevée.* Note de M. F.-F. Le Roux.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« Le physicien français Peltier a reconnu que la jonction de deux métaux hétérogènes s'échauffe ou se refroidit suivant qu'elle est traversée par un courant dans un sens ou dans l'autre.

» M. Edm. Becquerel remarqua plus tard que, si l'on compare ces effets thermiques au sens du courant produit par le couple des mêmes métaux, en vertu de la différence de température des deux soudures, ce courant a généralement pour effet de refroidir la jonction chaude et de réchauffer la froide.

» La même année, M. Helmholtz, dans son célèbre Mémoire *Sur la conservation de la force,* rattachait ces mêmes effets à la Thermodynamique, en supposant toutefois que, dans les couples thermo-électriques, l'application de la chaleur ne fait naître de forces électromotrices qu'aux jonctions. Ce fut Sir William Thomson qui remarqua qu'une telle supposition se trouvait en contradiction avec les principes de la Thermodynamique, au moins pour les couples sujets à inversion, tels que le couple fer-cuivre. Il en conclut que dans la masse même de chacun des métaux doivent exister des forces électromotrices prenant naissance entre les tranches successives, en raison de leurs différences infiniment petites de température.

» Dans un travail publié en 1867, et auquel l'Académie a bien voulu donner son approbation, j'ai fourni, pour un grand nombre de métaux usuels, des mesures relatives de ces forces électromotrices. Pour abréger, je les appellerai *de genre Thomson,* celles qui existent aux jonctions étant dites *de genre Peltier.*

» J'ai donné aussi des valeurs absolues de celles-ci, entre 0° et 25°, déduites d'observations calorimétriques, les premières et, je crois, les seules qui aient été faites sur ce sujet. Mais il n'a pas été possible de faire la part entre les forces du genre Thomson et celles du genre Peltier, même aux températures ordinaires.

» Dans le couple fer-cuivre, par exemple, il se pourrait aussi bien que l'inversion fût produite par le changement de signe de la force électromotrice à la jonction chaude, que par une variation convenable des forces électromotrices des deux genres. A la vérité, la théorie des courants thermoélectriques donnée par Sir William Thomson, ou la théorie équivalente de M. Tait, conduisent à cette conclusion qu'il y a bien inversion de la force électromotrice à la jonction chaude, quand la température dépasse une certaine limite. Les dimensions de cette Note ne comportent pas une exposition, même succincte, de ces théories; je ne saurais mieux faire que de renvoyer à l'excellente analyse qu'en donnent MM. Mascart et Joubert, dans leurs *Leçons sur l'Électricité et le Magnétisme*. Le seul point que je veuille en retenir, c'est qu'elles s'appuient à la fois sur les principes de la Thermodynamique et sur des résultats expérimentaux qui ne correspondent qu'à une portion relativement restreinte de l'échelle des températures.

» Telles sont les considérations qui m'ont paru rendre particulièrement intéressante la détermination directe du sens de la force électromotrice du contact fer-cuivre, à des températures voisines de la fusion du second de ces deux métaux. Le procédé expérimental que j'ai employé est celui de la constatation du sens de l'effet Peltier, produit par un courant de sens connu. Étant donnés deux contacts fer-cuivre, traversés en sens contraire par un même courant, il s'agissait d'apprécier le sens de la différence de leurs températures. Cette différence est sensiblement proportionnelle aux quantités de chaleur absorbée et dégagée aux deux jonctions, quantités qui peuvent s'évaluer par le produit de l'intensité du courant par la force électromotrice inconnue. Celle-ci n'est certainement qu'une faible fraction de volt; il était donc nécessaire d'avoir une grande intensité de courant. Celle que j'ai pu réaliser était en moyenne de 350 ampères, et dans ces conditions l'effet thermique aux jonctions ne devait pas atteindre un centième de calorie par seconde.

» Restait à trouver un moyen thermométrique, ou plutôt thermoscopique, compatible avec l'élévation considérable de la température. J'ai pu utiliser, dans ce but, la variation rapide de la fonction de la température qui exprime l'intensité de la lumière émise par les corps incandescents. Aux environs de 1000°, les deux jonctions fer-cuivre ont pu présenter des différences d'éclat assez sensibles pour être appréciées à l'œil. J'ai pu aussi manifester les mêmes différences par l'impression photographique sur plaques au gélatinobromure.

» Le passage du courant échauffe aussi les conducteurs, suivant la loi de Joule, c'est-à-dire en raison inverse de leur section et proportionnellement au carré de son intensité. Pour que cet effet ne jetât pas de perturbation dans les phénomènes à obtenir, il fallait d'abord que la section fût assez grande pour rendre l'échauffement peu sensible, et aussi que chaque métal eût bien exactement sur toute sa longueur la même section, sans quoi cet échauffement se fût fait sentir inégalement sur les deux branches du couple dont on se proposait de comparer les éclats. En tous cas, on s'assurait toujours que le renversement du courant faisait bien changer le sens de la différence des éclats.

» J'ai employé divers circuits fer-cuivre, dans lesquels le fer était un barreau carré de $0^m,25$ environ de longueur, ayant de $0^m,015$ à $0^m,018$ de côté; ce barreau de fer était replié en fer à cheval; dans les extrémités s'implantaient des tiges de cuivre, de $0^m,009$ environ de diamètre. Le tout était renfermé dans un moufle chauffé au gaz et percé d'une ouverture permettant l'observation. Dans l'un des modèles mis en expérience que j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, j'avais recouvert de lames de platine les faces dont j'observais l'incandescence, afin d'éviter que le rayonnement fût modifié par la couche d'oxyde qui se forme à la surface du fer.

» Les déterminations que j'ai faites dans plusieurs séries d'expériences, avec quelques variantes dans l'installation des appareils, et, par surcroît de précaution, en invoquant l'appréciation de témoins ne pouvant avoir aucune idée préconçue sur le sens du phénomène, m'ont permis de conclure que, vers la température de 1000°, un courant marchant du cuivre au fer échauffe la jonction, tandis qu'il la refroidit à la température ordinaire.

» Ainsi se trouve expérimentalement constaté, pour la première fois, le changement de signe de la fonction de la température qui représente la force électromotrice de contact entre deux métaux, et il y a lieu de supposer que la notion de ce fait peut intéresser non seulement la théorie de la thermo-électricité, mais aussi celle de certains phénomènes chimiques. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expérience pour servir à l'étude des phénomènes déterminés chez l'homme par l'ingestion stomacale du liquide diarrhéique du choléra.* Note de M. **Bochefontaine**, présentée par M. Vulpian.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« On admet généralement que le contage des maladies épidémiques pénètre dans l'organisme humain par les voies digestives naturelles, principalement avec les aliments solides ou liquides. Il est admis encore que le germe infectieux du choléra réside dans les déjections alvines des cholériques, sous la forme d'un bacille en virgule, en accent circonflexe, etc., étudié dans ces derniers temps par M. Koch.

» Des expériences nombreuses ont été faites sur des animaux, dans le but de reproduire chez eux la maladie cholérique au moyen de la sérosité riziforme diarrhéique du choléra. Ces expériences n'ont pas donné de résultats absolument démonstratifs. Aussi, je me promettais de saisir la première occasion qui se présenterait, pour essayer de voir sur moi-même les effets de l'ingestion stomacale des déjections séreuses des cholériques.

» Cette occasion se présenta le samedi 8 novembre dernier, à l'Hôtel-Dieu.

» Une jeune femme d'une constitution robuste, prise du choléra à 4^h du matin, était entrée trois heures plus tard dans le service de M. Vulpian. Lorsque j'eus connaissance de ce fait, il était 10^h30^m, et M. Vulpian venait de terminer sa visite; mais, grâce à l'obligeance de M. Brunon, interne de service, il me fut facile de recueillir un quart de centimètre cube de sang, sur le doigt de la malade, puis une trentaine de centimètres cubes de liquide séreux diarrhéique, contenant une forte proportion de matière riziforme. A ce moment, le visage de la malade était d'une pâleur cadavérique; les mains étaient cyanosées; il y avait des crampes dans les membres inférieurs; les déjections séreuses alvines coulaient sans discontinuer.

» La malade, après avoir eu froid pendant le transport de chez elle à l'hôpital, s'était réchauffée dans le lit. Elle concluait de ce fait qu'elle ne succomberait pas et même qu'elle n'avait pas le choléra, parce que son mari, enlevé quelques jours auparavant par l'épidémie, était resté dans l'algidité sans éprouver la moindre réaction thermique. Aussi, elle redoutait un transfert dans un autre hôpital : « Je vais me refroidir, disait-elle, et mourir dans la » voiture. » On la garda à l'Hôtel-Dieu, où, malgré un traitement actif et persévérant, elle succombait le lendemain à 7^h du soir, après trente-neuf heures de maladie.

» Cependant on avait examiné le sang, qui se coagulait mal, mais dont les globules avaient conservé leurs caractères normaux. Le liquide séreux diarrhéique contenait un

nombre prodigieux de vibrioniens de toute espèce, parmi lesquels dominaient des bactériens très courts, tourbillonnant sous la lamelle du microscope et courant dans tous les sens avec une rapidité telle, qu'il était difficile de les suivre de l'œil. Au milieu de cette foule de vibrioniens on arrivait à reconnaître nettement, mais non sans peine, quelques bacilles en virgule, ou en accent circonflexe.

» Je préparai, le samedi même, avec 5^{cc} de ce liquide, incorporé dans de la poudre de lycopode et de la gomme, cinq grosses pilules molles, que j'avalai successivement, à $3^h 30^m$ de l'après-midi. Puis je bus de suite, en plusieurs fois, un grand verre d'eau ordinaire.

» A 6^h du soir, apparition de la fièvre, avec chaleur à la peau et cent pulsations par minute (de soixante-dix état normal). Cette fièvre a persisté pendant vingt-quatre heures; à certains moments, le pouls est allé jusqu'à cent vingt. A minuit, quelques nausées; insomnie pendant trois heures; dysurie durant une partie de ce temps, avec petites convulsions fibrillaires dans les muscles des membres inférieurs, dans le front et dans un doigt de la main droite. Inappétence et constipation, pendant vingt-quatre heures. On a pris un verre ordinaire d'eau alcaline purgative, puis tout est rentré dans l'ordre. »

» Le liquide ingéré n'a donc pas été absolument inoffensif, mais on ne saurait dire que les légers symptômes dont il a provoqué l'apparition sont ceux du choléra.

» Chez les animaux, les résultats ont été plus marqués. On avait injecté sous la peau de quatre cobayes un quart de centimètre cube du liquide séreux diarrhéique. Trois de ces cobayes sont morts, deux dans la nuit de samedi à dimanche, le troisième dans la nuit de dimanche à lundi. Un chien adulte a reçu sous la peau du flanc, de chaque côté, un centimètre cube du même liquide; il a eu, dans la journée de dimanche, des vomissements et de la diarrhée; le lendemain il était revenu à l'état normal.

» Le liquide restant, conservé au laboratoire, a été examiné de nouveau à plusieurs reprises. Cinq jours après avoir été recueilli, il présentait une quantité plus considérable de bactéries plus grosses, immobiles pour la plupart; les bacilles en virgule paraissaient beaucoup plus nombreux et étaient très faciles à voir dans chaque examen microscopique. On a pu colorer ces bacilles.

» Cette expérience démontre que l'ingestion stomacale du liquide diarrhéique du choléra, contenant des bacilles en virgule, ne produit point nécessairement le choléra. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la présence des sels biliaires dans le sang des cholériques et sur l'existence d'un alcaloïde toxique dans les déjections.* Note de M. **G. Pouchet**, présentée par M. Vulpian.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« 1. Dans une récente Communication, MM. Nicati et Rietsch ont émis l'opinion que le choléra pouvait être envisagé comme une entérite compliquée de rétention biliaire, et ils ont appelé l'attention sur les recherches chimiques à exécuter dans le but d'élucider ce point de Pathologie. Depuis une dizaine de jours, j'ai entrepris, au laboratoire de l'hôpital Saint-Louis, une série de recherches dont je donnerai seulement, aujourd'hui, les premiers résultats.

» J'ai examiné, chez quatre cholériques morts pendant la période algide, le sang contenu dans le cœur et les gros vaisseaux, et j'ai pu déceler à chaque fois la présence d'une quantité notable de sels biliaires. Les précautions les plus minutieuses ont toujours été prises pour éviter le mélange du sang à tout autre liquide. La réaction de ce sang a toujours été *neutre* ou *à peine alcaline.*

» Une autre observation, qui vient donner encore plus d'importance à ce premier résultat, est la suivante : on sait que l'anurie est absolue ou à peu près pendant la période d'état. Or, en recueillant l'urine de malades arrivés à la période de réaction, j'y ai constaté la présence d'une quantité notable de sels biliaires.

» La bile subit, dans sa composition chimique, des altérations fort intéressantes et pouvant expliquer, jusqu'à un certain point, la rareté de l'ictère chez les cholériques. J'ai en effet observé, dans les quatre cas où j'ai fait l'examen du sang, que la vésicule biliaire était gorgée d'une substance semi-fluide, de consistance presque gélatineuse, grisâtre ou à peine colorée en vert, et contenant une notable proportion de matières albuminoïdes.

» Que devient la matière colorante normale de la bile ? D'où proviennent les sels biliaires existant dans le sang? Ont-ils été formés dans le foie et résorbés par le sang; ou bien faut-il attribuer leur présence à un défaut de sécrétion du foie ? C'est ce que je ne suis pas encore en mesure de dire, car la solution de ces questions nécessite de longues et délicates recherches. Un fait certain actuellement est celui-ci : il existe, dans le sang

des individus morts pendant la période algide du choléra, une proportion parfois considérable de sels biliaires.

» Les déjections cholériques possèdent presque toujours une forte réaction alcaline.

» 2. Traitées par épuisement au moyen du chloroforme, elles abandonnent à ce dissolvant une substance liquide huileuse, s'oxydant facilement, et douée d'un pouvoir extrêmement toxique. Ce composé est certainement une ptomaïne, et j'en continue actuellement l'étude. L'injection sous-cutanée d'une trace de ce liquide, pratiquée sur une grenouille, la tue rapidement, avec un ralentissement considérable des mouvements du cœur, et l'on observe, après la mort, une rigidité générale des plus intenses. »

M. S.-G. de Kottwitz, M. G. Nancabelli adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. Pécholier adresse une Note intitulée « De l'action antizymasique de la quinine sur la fièvre typhoïde ».

(Renvoi à l'examen de M. Charcot.)

M. P. Pichard adresse deux Notes intitulées « Emploi des polysulfures alcalins contre l'oïdium de la vigne », et « Action de quelques substances antiparasitaires sur le mildew de la vigne ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Casoni adresse, de Turin, une Note relative à la direction des aérostats.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

MM. Osmond et J. Werth demandent l'ouverture d'un pli cacheté qui a été adressé par eux dans la séance du 9 juillet 1883.

Ce pli, ouvert en séance, par M. le Secrétaire perpétuel, contient un Mémoire intitulé « Théorie cellulaire de la structure de l'acier ».

(Commissaires : MM. Boussingault, Fremy, Tresca).

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts** adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« La Commission instituée en vue de préparer les résolutions à porter, au nom de la France, devant la Conférence internationale de Washington, relativement à l'adoption d'un premier méridien unique et d'une heure universelle, a émis l'avis qu'il appartenait à la France de saisir cette haute réunion d'une importante réforme dont elle a eu l'initiative, à savoir : *l'application du système décimal à la mesure des angles et à celle du temps.*

» Il était convenu que notre représentant insisterait pour la prise en considération de cette proposition, laquelle, si le Congrès se déclarait sans qualité pour la résoudre, pourrait devenir, après demande de pouvoirs, le sujet d'un nouveau Congrès suivant de près le premier.....

» En vue de répondre aux intentions exprimées par la Conférence, je serais tout disposé à constituer prochainement une Commission chargée d'examiner l'opportunité et les conséquences d'un débat scientifique aussi important, mais je ne saurais prendre aucune mesure à cet égard avant que l'Académie des Sciences m'ait désigné elle-même les savants qui devraient être appelés à participer aux travaux de cette Commission. »

(Renvoi aux Sections de Géométrie, d'Astronomie et de Géographie et Navigation.)

M. le **Président**, après cette lecture, demande à M. Janssen, qui assiste à la séance, de vouloir bien donner à l'Académie quelques détails sur sa mission.

» M. Janssen se rend à cette invitation, et, après avoir exprimé son intention de présenter incessamment à l'Académie un compte rendu de sa mission, entre dans quelques développements sur les travaux du Congrès de Washington et sur le rôle scientifique et désintéressé que la France y a tenu.

A l'égard de l'un des objets les plus importants de la mission, et qui est visé dans la Lettre de M. le Ministre, à savoir l'application du système décimal à la mesure des angles et à celle du temps, M. Janssen dit qu'il a la satisfaction d'informer l'Académie que le vœu émis à cet égard par l'As-

semblée de Washington l'a été à la presque unanimité et sans voix opposante.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier fascicule d'un « Recueil zoologique suisse », qui lui est adressé par M. *H. Fol;* ce Recueil doit continuer à paraître à Genève par fascicules trimestriels. Quatre fascicules formeront un volume d'environ 700 pages.

2° Un Mémoire imprimé de M. *E. Gautrelet*, intitulé « Contribution chimique à l'étude physiologique de la glycosurie ». (Ce Mémoire, présenté par M. Chevreul, sera renvoyé au Concours de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon).

La **Société des Sciences, Lettres et Arts de Biarritz** informe l'Académie qu'elle se propose d'ouvrir un Congrès international de Climatologie et d'Hydrologie à Biarritz, le 10 octobre 1885.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation de la théorie des quadratures mécaniques*. Note de M. **Stieltjes**, présentée par M. Tisserand.

« Soit $f(x)$ une fonction qui ne devient pas négative, dans l'intervalle de zéro à l'unité, et soient $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_n$ des nombres positifs inégaux donnés; lorsque n est pair, égal à $2m$, le système des $2m$ équations

$$(1)\quad \begin{cases} a_1 = \int_0^1 x^{\lambda_1} f(x)\,dx = A_1 x_1^{\lambda_1} + A_2 x_2^{\lambda_1} + \ldots + A_m x_m^{\lambda_1}, \\ a_2 = \int_0^1 x^{\lambda_2} f(x)\,dx = A_1 x_1^{\lambda_2} + A_2 x_2^{\lambda_2} + \ldots + A_m x_m^{\lambda_2}, \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ a_{2m} = \int_0^1 x^{\lambda_{2m}} f(x)\,dx = A_1 x_1^{\lambda_{2m}} + A_2 x_2^{\lambda_{2m}} + \ldots + A_m x_m^{\lambda_{2m}} \end{cases}$$

admet une solution par des nombres positifs $A_1, A_2, \ldots, A_m$ et des valeurs de $x_1, x_2, \ldots, x_m$ qui sont positives, inégales et inférieures à l'unité. Cette solution est unique, en faisant abstraction des permutations qu'on peut effectuer simultanément sur les quantités $A_1, A_2, \ldots, A_m$ et $x_1, x_2, \ldots, x_m$.

» De même, lorsque $n = 2m + 1$, le système des équations

$$a_k = A_1 x_1^{\lambda_k} + A_2 x_2^{\lambda_k} + \ldots + A_m x_m^{\lambda_k} + A_{m+1}, \tag{2}$$

où k prend les valeurs $1, 2, \ldots, n$, admet une solution unique, $x_1, x_2, \ldots, x_m$ étant positifs, inégaux et inférieurs à l'unité, $A_1, A_2, \ldots, A_m, A_{m+1}$ étant positifs.

» Lorsque n est pair et qu'on prend $\lambda_k = k - 1$, on se trouve dans le cas des quadratures mécaniques.

» Voici maintenant une interprétation quasi mécanique des formules (1), en supposant qu'aucun des nombres λ_k ne soit égal à zéro. Soit OA une droite de longueur égale à 1. En attribuant à cette droite une densité $f(x)$ à la distance x de l'origine O, on peut considérer $a_1, a_2, \ldots, a_n$ comme des moments par rapport à l'origine O. Supposons maintenant qu'on fasse varier la distribution de la masse, de telle manière que les moments $a_1, a_2, \ldots, a_n$ restent constants. Dans ces conditions, il existe évidemment un minimum de la masse totale. Or ce minimum se présente lorsqu'on place des masses finies $A_1, A_2, \ldots, A_m$ à des distances $x_1, x_2, \ldots, x_m$ de l'origine O, et les équations (1) expriment alors simplement que les conditions imposées aux moments se trouvent vérifiées.

» Nous avons dit que, dans les formules (1), $x_1, x_2, \ldots, x_m$ sont inégaux; mais, dans un cas spécial, il peut y avoir égalité entre quelques-uns de ces nombres. Cela n'arrive toutefois que, quand la distribution primitive de masse, qui a servi à calculer $a_1, \ldots, a_n$, consiste en une concentration de masses finies dans un nombre de points de OA inférieur à m. Alors cette distribution primitive correspond déjà au minimum. On peut aussi se figurer que, dans ce cas, quelques-unes des quantités $A_1, \ldots, A_m$ s'évanouissent.

» Les équations (2) admettent une interprétation semblable : la masse A_{m+1} se trouve alors à l'extrémité A de la droite.

» D'après ce qui précède, on a, dans les deux cas,

$$A_1 + A_2 + \ldots + A_m \leqq \int_0^1 f(x)\,dx,$$

$$A_1 + A_2 + \ldots + A_{m+1} \leqq \int_0^1 f(x)\,dx. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions hyperfuchsiennes qui proviennent des séries hypergéométriques de deux variables.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Considérons tout d'abord la série hypergéométrique de Gauss

$$F(\alpha, \beta, \gamma, x)$$

et l'équation linéaire du second ordre E, à laquelle elle satisfait. Posons

$$\alpha = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n} + \frac{1}{p}\right), \quad \beta = \frac{1}{2}\left(1 - \frac{1}{m} - \frac{1}{n} - \frac{1}{p}\right), \quad \gamma = 1 - \frac{1}{m},$$

m, n et p étant trois entiers positifs, tels que

$$\frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{1}{p} < 1,$$

et soient ω_1 et ω_2 deux intégrales de l'équation E; la relation

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = u$$

donnera pour x une fonction uniforme de u. Ce résultat, énoncé d'abord par M. Schwarz, a été retrouvé par M. Poincaré dans sa théorie générale des fonctions fuchsiennes; il a fait aussi l'objet d'une intéressante Communication de M. Halphen (*Comptes rendus*, 1881).

» Envisageons maintenant la fonction hypergéométrique de deux variables

$$\int_g^h u^{b_1-1}(u-1)^{b_2-1}(u-x)^{b_3-1}(u-y)^{\lambda-1}\,du,$$

g et h désignant deux des quantités 0, 1, x, y et ∞. On sait que cette fonction de x et y satisfait à un système S de trois équations linéaires aux dérivées partielles, ayant trois solutions communes linéairement indépendantes.

» Prenons maintenant sept entiers positifs, supérieurs à deux, m, n, p, q, m', n', q', liés par les relations

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3m} + \frac{1}{3p} - \frac{2}{3n} - \frac{2}{3q} = \frac{1}{m'},$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3n} + \frac{1}{3p} - \frac{2}{3m} - \frac{2}{3q} = \frac{1}{n'},$$

$$\frac{1}{3} + \frac{1}{3q} + \frac{1}{3p} - \frac{2}{3m} - \frac{2}{3n} = \frac{1}{q'},$$

et posons

$$b_1 = 1 - \frac{1}{n'} - \frac{1}{q},$$

$$b_2 = 1 - \frac{1}{m'} - \frac{1}{q},$$

$$b_3 = \frac{1}{3}\left(1 + \frac{1}{m'} + \frac{1}{n'} + \frac{1}{p} + \frac{1}{q'}\right),$$

$$\lambda = \frac{1}{3}\left(1 + \frac{1}{m} + \frac{1}{n} + \frac{1}{p} + \frac{1}{q}\right).$$

» Formons alors le système correspondant S, dont nous désignerons par ω_1, ω_2 et ω_3 trois solutions linéairement indépendantes; les équations

$$\frac{\omega_2}{\omega_1} = u, \quad \frac{\omega_3}{\omega_1} = v$$

donneront pour x et y des fonctions uniformes de u et v : ce sont des fonctions hyperfuchsiennes de ces variables. Elles n'existent pas pour toute valeur de u et v, et l'on peut choisir ω_1, ω_2 et ω_3, de telle sorte que le domaine dans lequel elles sont déterminées soit l'intérieur de l'hypersphère

$$u'^2 + u''^2 + v'^2 + v''^2 = 1,$$

en posant

$$u = u' + iu'' \quad \text{et} \quad v = v' + iv''.$$

» Dans un Mémoire précédent [*Sur des fonctions de deux variables, analogues aux fonctions modulaires* (*Acta. math.*, t. Ier)], j'ai fait l'étude d'un cas particulier rentrant dans le type général que je viens d'indiquer : c'est celui où l'on a

$$m = n = m' = n' = p = 3 \quad \text{et} \quad q = q' = \infty . »$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la réduction des intégrales abéliennes.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« Si un système d'intégrales abéliennes de première espèce et de genre n contient plus de n intégrales réductibles aux intégrales elliptiques, il en contient une infinité.

» Pour démontrer ce résultat, que les récentes découvertes de M. Picard devaient faire prévoir, je supposerai $n = 3$, afin de fixer les idées.

» Soient y_1, y_2, y_3 trois intégrales abéliennes, la première réductible

aux intégrales elliptiques. M'appuyant sur un théorème de M. Weierstrass, je supposerai que le tableau des périodes normales de ces intégrales s'écrit

$$\begin{array}{cccccccl} 1 & 0 & 0 & G & h & 0 & & (\text{pour } y_1), \\ 0 & 1 & 0 & h & G' & H & & (\text{pour } y_2), \\ 0 & 0 & 1 & 0 & H & G'' & & (\text{pour } y_3), \end{array}$$

h étant commensurable.

» Je dis que si l'intégrale $\alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3$ est réductible, il en sera de même de $\nu\alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3$ (ν étant un nombre commensurable quelconque).

» En effet, les périodes de l'intégrale $\alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3$ s'écrivent

$$\varpi_1 = \alpha, \quad \varpi_2 = \beta, \quad \varpi_3 = \gamma,$$
$$\varpi_4 = G\alpha + h\beta, \quad \varpi_5 = h\alpha + G'\beta + H\gamma, \quad \varpi_6 = H\beta + G''\gamma.$$

» Pour que l'intégrale soit réductible, il faut et il suffit que ces périodes se réduisent à deux, c'est-à-dire qu'il y ait entre elles quatre relations linéaires à coefficients commensurables de la forme

$$(1) \quad A_i\varpi_1 + B_i\varpi_2 + C_i\varpi_3 + A'_i\varpi_4 + B'_i\varpi_5 + C'_i\varpi_6 = 0 \quad (i = 1, 2, 3, 4).$$

» L'intégrale $\nu\alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3$ a pour périodes

$$\varpi'_1 = \nu\alpha, \quad \varpi'_2 = \beta, \quad \varpi'_3 = \gamma,$$
$$\varpi'_4 = G\nu\alpha + h\beta, \quad \varpi'_5 = h\nu\alpha + G'\beta + H\gamma, \quad \varpi'_6 = H\beta + G''\gamma.$$

» Or les relations (1) peuvent s'écrire

$$(1\ bis) \left\{ \begin{aligned} &\left[\frac{A_i}{\nu} + hB'_i\left(\frac{1}{\nu} - 1\right)\right]\varpi'_1 + \left[B_i + hA'_i\left(1 - \frac{1}{\nu}\right)\right]\varpi'_2 \\ &\qquad + C_i\varpi'_3 + \frac{A'_i}{\nu}\varpi'_4 + B'_i\varpi'_5 + C'_i\varpi'_6 = 0. \end{aligned} \right.$$

» Il y a donc, entre les six périodes ϖ', quatre relations linéaires à coefficients commensurables. Donc l'intégrale $\nu\alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3$ est réductible. C. Q. F. D.

» On déduit aisément de là que, si le système d'intégrales du troisième genre considéré contient plus de trois intégrales réductibles, il en contient une infinité. Si les quatre intégrales y_1, y_2, y_3 et $\alpha y_1 + \beta y_2 + \gamma y_3$ sont réductibles, il en est de même de $\lambda\alpha y_1 + \mu\beta y_2 + \nu\gamma y_3$ (λ, μ et ν étant des coefficients commensurables quelconques).

» D'après le théorème de M. Weierstrass, cité plus haut, on peut toujours choisir les périodes normales pour que le Tableau des périodes d'une intégrale réductible s'écrive (pour $n = 3$, par exemple)

$$1 \quad 0 \quad 0 \quad G \quad \frac{k}{D} \quad 0,$$

où le nombre entier D est l'entier caractéristique de la réduction.

» Il est toujours facile de déterminer cet entier. Supposons, en effet, que $n = 2$ et qu'on ait trouvé pour les périodes normales d'une intégrale réductible

$$|\alpha, \beta, \lambda\alpha + \mu\beta, \lambda'\alpha + \mu'\beta|,$$

λ, μ, λ' et μ' étant commensurables. L'entier caractéristique sera égal à $\mu - \lambda'$ divisé par la plus grande commune mesure des six quantités 1, λ, μ, λ', μ' et $\lambda\mu' - \lambda'\mu$.

» M[me] de Kowalewski, étudiant un système d'intégrales abéliennes du troisième genre, a rencontré quatre intégrales réductibles sans que sa méthode lui en ait fait découvrir d'autres. Ce fait, en apparence contraire à ce qui précède, s'explique aisément, car elle ne s'est occupée que des intégrales pour lesquelles l'entier caractéristique D est égal à 2.

» Je terminerai par la remarque suivante :

» Soit un système d'intégrales du second genre et soit

$$\begin{matrix} 1 & 0 & G & H \\ 0 & 1 & H & G' \end{matrix}$$

le tableau des périodes normales de ces intégrales. Pour que ce système contienne des intégrales réductibles, il faut et il suffit qu'il y ait entre les périodes G, H et G' une relation de la forme

$$(GG' - H^2) - \lambda G' - \mu' G + (\lambda' + \mu) H + \lambda\mu' - \lambda'\mu = 0,$$

les coefficients λ, μ, λ', μ' étant commensurables.

» D'où cette conclusion qu'un système *quelconque* d'intégrales abéliennes diffère toujours *infiniment peu* d'un système réductible. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'involution des dimensions supérieures;* Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček**, présentée par M. Ossian Bonnet.

« 1. Dans notre Mémoire *Sur les lieux géométriques des dimensions supérieures,* cité précédemment, nous avons donné la définition suivante des lieux des dimensions supérieures :

» *Une simple infinité de lieux géométriques de la $n^{ième}$ dimension sera appelée le lieu géométrique de la dimension* $(n+1)$.

» De là nous avons déduit ce qui va suivre :

» *Soit* γ *le nombre de points qui déterminent une seule courbe* C *d'ordre* c; *les courbes* C, *déterminées par* $\gamma - \gamma_1$ *points, remplissent un lieu géométrique de la dimension* $(2\gamma_1 + 1)$.

» *Soit de plus* σ *le nombre de points déterminant une seule surface* S *d'ordre* s; *les surfaces* S *données par* $\sigma - \sigma_1$ *points forment un lieu géométrique de la* $(\sigma_1 + 2)^{ième}$ *dimension.*

» Cela posé, nous pouvons passer à l'involution des dimensions supérieures.

» 2. Une courbe quelconque C rencontre une surface arbitraire S en cs points. Supposons que la courbe C et la surface S soient variables, seulement suivant la loi, que, en prenant quelques-uns de ces cs points, nous obtenons la même courbe C et la même surface S et par suite les mêmes points d'intersection.

» Nous disons que les points de rencontre des courbes C avec les surfaces S forment une involution; chaque courbe C rencontre chaque surface S en cs points qui forment *un groupe de l'involution.*

» Supposons que les courbes C passent, pendant le changement indiqué, par les mêmes $\gamma - \gamma_1$ points; elles remplissent ainsi un lieu géométrique (C), dans la dimension que nous venons d'indiquer.

» La même chose a lieu quant au changement des surfaces S qui passent par les mêmes $\sigma - \sigma_1$ points, en formant un lieu géométrique (S), dont la dimension a été de même indiquée.

» Nous allons examiner l'involution qui provient de l'intersection de ces deux lieux.

» 3. Soient γ_1 le rang du lieu (C) et σ_1 le rang du lieu (S) et supposons que $\gamma_1 > \sigma_1$, ou, en d'autres termes, que le lieu (C) soit d'un rang plus élevé

que le lieu (S), de façon que

$$\gamma_1 = \sigma_1 + d,$$

d étant un nombre positif.

» En prenant σ_1 points $a_1, a_2, \ldots, a_{\sigma_1}$ arbitrairement dans l'espace, il est clair que par ces points passe une seule surface S′ du lieu (S). Ces σ_1 points a et $\gamma - \gamma_1$ points donnés déterminent des courbes C du lieu (C) de telle manière que par d autres points une seule courbe C est déterminée. Prenons ces d points $b_1, b_2, b_3, \ldots, b_d$ sur la surface S′ et désignons la courbe ainsi déterminée par C′. Elle rencontre la surface S′ en

$$cs - (\sigma_1 + d)$$

autres points qui forment avec les points a et b un groupe de l'involution.

» Pour que ce groupe soit en involution, il faut que, en prenant un certain nombre de ces points, nous observions par le procédé dont nous venons de parler toujours le même groupe de points.

» Soient $p_1, p_2, \ldots, p_{cs}$ points de ce groupe. Prenons entre eux σ_1 points arbitraires. Ces points déterminent ladite surface S′, sur laquelle se trouvent évidemment aussi les autres points p.

» Les d points arbitraires entre eux déterminent avec les premiers points σ_1 une courbe C qui coïncide avec la courbe C′ dont nous avons parlé tout à l'heure. Par conséquent les autres points d'intersection sont les mêmes points p, ou, en d'autres termes, ces points forment un groupe de l'involution.

» Nous voyons donc que :

» *Le lieu* (C) *détermine avec le lieu* (S) *une involution.*

» 4. Considérons le cas où $\sigma_1 > \gamma_1$, c'est-à-dire celui où le lieu (S) est d'un rang supérieur au lieu (C), auquel cas

$$\sigma_1 = \gamma_1 + d.$$

» Nous pouvons déduire, par la même voie que dans l'article précédent, que ces cs points p de rencontre de la courbe C′ avec la surface S′ jouissent de telle propriété que, en prenant γ_1 points arbitraires entre eux, ces points déterminent une surface S′ qui rencontre la courbe C′ en ces points p. Le groude cs de points p est donc en involution.

» De là suit que :

» *Le lieu* (C) *détermine avec le lieu* (S) *une involution, quels que soient les rangs des lieux* (C), (S). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une équation analogue à l'équation de Kummer* [1]. Note de M. E. GOURSAT, présentée par M. Hermite.

« Des équations (5) et (6) on déduit d'autres formules qui conduisent à des conséquences intéressantes : par exemple, en éliminant D, on trouve

$$(8)\quad \sum_{i=1}^{i=p}[P(\mu_i - 1) - 2\mu_i]m_i + (p-2)\left(\sum_{i=1}^{i=p}N_i - q\right) = 2(q-p) - \Delta p.$$

On en déduit sans peine que, si $p > 4$, on aura forcément $q > p$, à moins que la substitution ne soit linéaire. Si $p = 4$, on aura $q > 4$, sauf le cas où l'on aurait $\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = 2$, $\Sigma N_i = 4$, et alors la transformation sera précisément une transformation de Jacobi. En supposant $p = q = 3$, on retombe sur l'équation de Kummer. Ce sont là les seuls cas où l'on ait $q = p$, en faisant abstraction de la substitution linéaire.

» En éliminant $n_1, n_2, \ldots, n_{p-1}$ et D, on parvient à la nouvelle formule

$$(9)\quad \sum_{i=1}^{i=p-1}\frac{N_i}{\mu_i} + N_p\left(p - 2 - \sum_{i=1}^{i=p-1}\frac{1}{\mu_i}\right) + n_p\mu_p\left(p - 2 - \sum_{i=1}^{i=p}\frac{1}{\mu_i}\right) + \Delta = q - 2.$$

Si $p - 2 - \sum_{i=1}^{p}\frac{1}{\mu_i}$ est positif, le premier membre étant une somme de quantités positives, on voit que les nombres N_i, n_i, Δ auront tous des limites, et par suite le système d'équations proposées n'aura qu'un nombre limité de solutions. Les seuls cas où l'on ait $p - 2 \leq \sum_{i=1}^{p}\frac{1}{\mu_i}$ sont, outre le cas que nous venons de citer, les sept cas connus qui correspondent à $p = 3$; il est à remarquer que dans chacun de ces cas l'intégrale générale de l'équation (1) s'exprime au moyen des fonctions algébriques, simplement périodiques ou doublement périodiques; par conséquent, en dehors de ces huit cas particuliers, les fonctions rationnelles conduisant d'une équation à p points singuliers non apparents à une équation ayant q points singuliers non apparents *appartiennent à un nombre limité de types différents.*

» On peut faire l'application de ces recherches à l'étude des intégrales algébriques des équations linéaires du second ordre. On sait, en effet,

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 10 novembre 1884.

d'après un beau résultat obtenu par M. Klein, que toutes ces équations peuvent se déduire par un changement de variable de la forme précédente d'une des quatre équations de la série hypergéométrique auxquelles on a donné le nom des quatre types de corps réguliers.

» Supposons, par exemple, que l'on veuille savoir si une équation linéaire du second ordre peut se déduire de cette façon de l'équation de l'icosaèdre régulier. Il faudra d'abord que cette équation n'admette pas de points singuliers logarithmiques; que les exposants de discontinuité des intégrales dans le domaine de chaque point critique soient commensurables et, en outre, que la différence des exposants relatifs à un même point, réduite à sa plus simple expression, ait pour dénominateur l'un des nombres 2, 3, 5; admettons de plus, pour fixer les idées, que l'équation n'ait pas de points singuliers apparents. Les équations (5) et (6) deviennent

$$D = N_1 + 2n_1 = N_2 + 3n_2 = N_3 + 5n_3,$$
$$n_1 + 2n_2 - 4n_3 + N_1 + N_2 + N_3 - q = 2D - 2,$$

N_1, N_2, N_3 étant fournis par l'équation proposée, et ces équations devront fournir pour n_1, n_2, n_3, D des valeurs entières et positives. S'il n'en est pas ainsi, il sera inutile de continuer le calcul. Si cette condition est remplie, la détermination de la fonction $\varphi(t)$ dépend de calculs algébriques où il n'entre rien d'arbitraire, et l'on aura même, si q est supérieur à 3, un nombre d'équations supérieur au nombre des inconnues. Enfin, si ces équations admettent une solution commune, la fonction rationnelle ainsi obtenue sera la seule qui puisse répondre à la question, et il n'y aura plus qu'à examiner si elle satisfait à l'équation (3). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur un théorème de Jacobi relatif à la décomposition d'un nombre en quatre carrés.* Note de M. **M. Weill.**

« Jacobi a démontré, au moyen des fonctions elliptiques, que *le nombre des décompositions en une somme de quatre carrés, tous impairs, du quadruple d'un nombre impair, est double du nombre des décompositions de ce même nombre en quatre carrés.*

» Ce résultat peut s'établir directement à l'aide des considérations suivantes :

» 1° L'entier N quelconque étant mis sous la forme $x^2 + y^2 + z^2 + t^2$, il existe deux modes de décomposition, et deux seulement, de 4N, en une

somme de carrés de quatre nombres, dont chacun est une fonction linéaire et homogène, à coefficients entiers, de x, y, z et t. Ces deux modes de décomposition sont fournis par les identités suivantes :

$$\begin{aligned} 4N &= 4(x^2+y^2+z^2+t^2) \\ &= (x+y+z+t)^2+(x+y-z-t)^2+(x-y-z+t)^2+(x-y+z-t)^2, \\ 4N &= (x+y+z-t)^2+(x+y-z+t)^2+(x-y+z+t)^2+(x-y-z-t)^2. \end{aligned}$$

» Pour démontrer que ces deux modes de décomposition sont les seuls qui satisfont aux conditions imposées, il suffit d'observer que *chacune des fonctions linéaires doit contenir les quatre lettres* x, y, z, t avec les coefficients $+1$ ou (-1); une analyse bien facile montre alors de quelle manière ces coefficients sont distribués.

» 2° Étant donnés cinq nombres impairs A, B, C, D, N, vérifiant l'égalité

$$A^2+B^2+C^2+D^2=4N,$$

il existe des *entiers* x, y, z, t, vérifiant les équations

$$\begin{aligned} x+y+z+t &= A, \\ x+y-z-t &= B, \\ x-y-z+t &= C, \\ x-y+z-t &= D, \\ x^2+y^2+z^2+t^2 &= N. \end{aligned}$$

Il existe, en outre, quatre nombres impairs E, F, G, H, vérifiant les égalités

$$\begin{aligned} E^2+F^2+G^2+H^2 &= 4N, \\ x+y+z-t &= E, \\ x+y-z+t &= F, \\ x-y+z+t &= G, \\ x-y-z-t &= H. \end{aligned}$$

Dès lors, à chaque décomposition de N en quatre carrés, x, y, z, t, correspondent deux décompositions de $4N$ en une somme de quatre carrés, tous impairs,

$$\begin{aligned} 4N &= A^2+B^2+C^2+D^2, \\ 4N &= E^2+F^2+G^2+H^2. \end{aligned}$$

D'ailleurs, si N a été décomposé de deux manières différentes en une

somme de quatre carrés, les deux décompositions de 4N, correspondant à la première manière, seront nécessairement différentes de celles qui correspondent à la deuxième manière; donc, enfin, le nombre des décompositions de 4N est bien double du nombre des décompositions de N.

» Des considérations analogues permettent d'obtenir d'autres résultats relatifs à la décomposition d'un nombre en quatre carrés, et notamment le suivant :

» N *étant un entier quelconque, le nombre des décompositions de* 3N *en une somme de quatre carrés quelconques est quadruple du nombre des décompositions de* N *en une somme de quatre carrés.*

» Pour le démontrer, considérons les relations, en nombres entiers,

$$N = x^2 + y^2 + z^2 + t^2,$$
$$A^2 + B^2 + C^2 + D^2 = 3N,$$
$$\left\{\begin{array}{l} x + y + z = \varepsilon_1 A, \\ x - y + t = \varepsilon_2 B, \\ y + t - z = \varepsilon_3 C, \\ z + t - x = \varepsilon_4 D, \end{array}\right.$$

en désignant par $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots$ l'unité positive ou négative. Si l'on donne les entiers A, B, C, D vérifiant l'égalité

$$A^2 + B^2 + C^2 + D^2 = 3N,$$

il existera toujours des *entiers* x, y, z, t vérifiant toutes les relations indiquées; on s'en assure en résolvant les équations linéaires en x, y, z, t et faisant sur A, B, C, D, relativement au diviseur 3, les hypothèses possibles. Dès lors, en faisant sur x, y, z, t une permutation circulaire, on voit qu'à un système de valeurs A, B, C, D correspond un système de valeurs x, y, z, t, lequel engendre trois nouveaux systèmes de valeurs des entiers A, B, C, D. Donc, à chaque décomposition de N, en correspondent quatre du nombre 3N. »

MÉCANIQUE. — *Sur les lois du frottement.* Note de M. **Marcel Deprez.**

« La partie purement mécanique d'une des machines réceptrices destinées à l'expérience de transmission électrique de la force qui aura lieu prochainement entre Creil et Paris ayant été terminée il y a quelques jours, j'ai dû procéder à sa réception, c'est-à-dire constater qu'elle pouvait

tourner à la vitesse de six cents tours par minute, pendant une journée entière, sans qu'il en résultât aucun échauffement. Cette condition ayant été remplie, je voulus mesurer approximativement le travail absorbé par les résistances passives, qui sont, en très grande partie, représentées par le frottement des axes dans leurs coussinets. Pour cela, je fis attacher à la poutre de la machine une courroie à laquelle on suspendit des poids croissants, jusqu'à ce que la machine entrât en mouvement. On constata de cette manière qu'un poids de 155^{kg}, agissant tangentiellement sur une poulie de $0^m,45$ de diamètre, était à peine suffisant pour maintenir la machine en mouvement lorsqu'on l'avait lancée avec une très faible vitesse. Le diamètre des tourillons étant de $0^m,12$ et le poids des pièces mobiles de 3800^{kg}, il est facile de s'assurer que le coefficient de frottement est à très peu de chose près égal à 0,15 et que le travail résistant dû à ce frottement s'élève à 220^{kgm} lorsque l'axe de la machine fait une révolution. La vitesse normale devant être de 400 tours par minute, il résulte de ces nombres que le frottement absorberait environ 20 chevaux. Ce résultat, rapproché de ceux que l'on constate journellement dans l'industrie des chemins de fer, où le coefficient de frottement des fusées s'abaisse pour la vitesse des trains de marchandises à 0,015, me parut si mauvais que je voulus le soumettre à un contrôle décisif. N'ayant pas de dynamomètre à ma disposition, j'employai la méthode suivante. Je fis imprimer à la machine une vitesse croissante, et au moment où cette vitesse atteignit environ 600 tours par minute, je donnai l'ordre de faire tomber la courroie qui la mettait en mouvement; puis, un compteur de tours ayant été appliqué sur l'arbre de la machine, je fis noter très exactement, de trente en trente secondes, les nombres de tours faits par la machine.

On obtint ainsi le Tableau suivant :

Temps marqué par le chronomètre.	Nombre de tours marqué par le compteur.	Vitesse moyenne pendant 30 secondes.	Différ. sec.
s			
0	0		
		275	
30	275		15
		260	
60	535		14
		246	
90	781		14
		232	
120	1013		13
		219	
150	1232		12
		207	
180	1439		

Temps marqué par le chronomètre.	Nombre de tours marqué par le compteur.	Vitesse moyenne pendant 30 secondes.	Différ. sec.
s			
		207	
180	1439		11
		196	
210	1635		10
		186	
240	1821		9
		177	
270	1998		8
		169	
300	2167		8
		161	
330	2328		7
		154	
360	2482		

Temps marqué par le chronomètre.	Nombre de tours marqué par le compteur.	Vitesse moyenne pendant 30 secondes.	Différ. sec.
s			
360	2482	154	
390	2629	147	7
420	2769	140	7
450	2902	133	7
480	3029	127	6
510	3150	121	6
540	3267	117	4
570	3379	112	5
600	3486	107	5
630	3588	102	5
660	3685	97	5
690	3777	92	5
720	3865	88	4
750	3949	84	4
780	4029	80	4

Temps marqué par le chronomètre.	Nombre de tours marqué par le compteur.	Vitesse moyenne pendant 30 secondes.	Différ. sec.
s			
780	4029	80	
810	4105	76	4
840	4178	73	3
870	4248	70	3
900	4315	67	3
930	4379	64	3
960	4440	61	3
999	4497	57	4
1020	4550	53	4
1050	4598	48	5
1080	4640	42	6
1110	4673	33	9
1140	4697	24	9
1154	4702	Arrêt.	

» Ce Tableau nous fait connaître le nombre de tours en fonction du temps et il est facile d'en déduire l'accélération angulaire et, par suite, le couple retardateur dû au frottement.

» Désignons par

P le poids total des masses en mouvement;
ρ leur rayon de gyration;
ω la vitesse angulaire à l'époque t;
K le travail résistant développé par le frottement pendant un tour entier;
r le rayon des tourillons;
f le coefficient de frottement.

» Nous aurons les relations suivantes :

$$K = \frac{2\pi}{Q} P\rho^2 \frac{d^2\omega}{dt^2}, \quad f = \frac{\rho^2}{Qr} \frac{d^2\omega}{dt^2}.$$

» Dans la machine qui nous occupe, les masses en mouvement se réduisent, à très peu de chose près, à deux disques homogènes en fonte de $1^m,10$ de diamètre, pesant ensemble 3500^{kg}; l'axe en acier pèse 500^{kg}, mais son moment d'inertie est tout à fait négligeable par rapport à celui des disques. Le rayon des tourillons est de $0^m,060$.

» En raison de la lenteur avec laquelle la vitesse décroît, on peut, sans commettre d'erreur sensible, remplacer les différentielles par les diffé-

rences finies, de sorte que, en définitive, on peut dire que le coefficient de frottement est proportionnel aux différences secondes inscrites dans la quatrième colonne du Tableau. Or, et c'est là le fait capital qui ressort de cette expérience, ces différences secondes varient depuis 15 jusqu'à 3. Ainsi donc, dans l'expérience citée, le coefficient de frottement a diminué avec une grande régularité en même temps que la vitesse, de telle sorte que sa valeur a varié dans le rapport de 5 à 1, tandis que la vitesse tombait de 550 à 145 tours par minute. De 145 à 120 tours par minute, il est resté sensiblement constant, pour augmenter de nouveau très rapidement à mesure que la vitesse tendait vers zéro. Quant à la valeur absolue de ce coefficient, elle est de 0,025 pour la vitesse de 550 tours par minute et de 0,005 pour la vitesse de 145 tours.

» Quelque étonnant que ce chiffre puisse paraître au premier abord, il me paraît hors de contestation, étant donnée l'extrême régularité avec laquelle se suivent les lectures faites au compteur de tours, et ce fait que la machine a tourné pendant dix-neuf minutes et quatorze secondes avant de s'arrêter, faisant ainsi 4700 tours pour épuiser la force vive initiale. Le coefficient de frottement *moyen* déduit de ces derniers nombres serait égal à 0,013. »

PHYSIQUE. — *Construction d'étalons prototypes de l'ohm légal;* par M. **J.-René Benoit.**

« Après la décision de la Conférence internationale de 1884 qui a défini la valeur de l'*ohm légal*, M. le Ministre des Postes et Télégraphes m'a fait l'honneur de me demander de construire quelques étalons de mercure représentatifs de cette nouvelle unité. Je me trouvais préparé à accepter cette mission par la part de collaboration que j'avais prise à une recherche plus générale, sur l'unité de résistance électrique, à laquelle M. Mascart avait bien voulu m'associer, avec M. de Nerville (¹). Le travail est aujourd'hui terminé. Il a été exécuté au Bureau international des Poids et Mesures; grâce à la bienveillante autorisation du Comité international qui a la haute direction de cet établissement, j'ai pu mettre à contribution les ressources qui s'y trouvaient réunies sous ma main, et disposer, non seulement d'une collection d'instruments de précision de premier ordre, mais encore de termes de comparaison, pour les mesures de longueurs et de poids, bien déterminés et de valeurs exactement connues par rapport aux

(¹) *Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1034.

prototypes fondamentaux. J'ai profité de ces conditions exceptionnellement favorables pour chercher à atteindre, dans toutes les parties de cette étude, les dernières limites d'exactitude compatibles avec la nature de la question.

» Je me suis, avant tout, proposé de construire des étalons *qui eussent exactement la valeur de l'unité*. A cet effet, j'ai étudié des tubes trop longs; j'ai déterminé ensuite, par le calcul, les points auxquels ils devaient être coupés pour satisfaire à cette condition; et, enfin, en procédant avec de minutieuses précautions, par des retouches successives alternant avec des comparaisons avec un étalon de longueur connue, j'ai fait passer les sections extrêmes par les points ainsi définis. Les tubes employés, bien dressés au préalable, avaient la grosseur d'une tige thermométrique ordinaire, une longueur de $1^{m},20$ et une section intérieure de 1^{mmq} à peu près, aussi régulière que possible. Sur ces tubes on avait gravé une division millimétrique, sur une longueur de $1^{m},05$.

» Le calcul de la résistance d'une colonne de mercure exige la connaissance de la forme intérieure du tube de verre qui la contient, de sa capacité et de sa longueur.

» En ce qui concerne la forme intérieure des tubes, j'ai déterminé les *corrections de calibre*, ainsi que cela se pratique pour les thermomètres de premier ordre, et je me suis arrangé de manière à faire entrer ces corrections dans le calcul de la résistance. Le calibrage a été exécuté, entre les divisions 0 et 1050, de 50 en 50 divisions, au moyen de 20 colonnes de mercure successivement introduites dans le tube, et dont les longueurs étaient respectivement de 50^{mm}, 100^{mm}, ..., 950^{mm}, 1000^{mm} à peu près. Ce calibrage principal a été complété par deux calibrages complémentaires, de 10 en 10 divisions, pour les 10 premiers et les 10 derniers centimètres, afin d'obtenir, plus sûrement que par une interpolation, les corrections des points voisins des extrémités, corrections qui ont à certains points de vue une plus grande importance, et jouent un rôle spécial dans le calcul des longueurs des colonnes employées au jaugeage des tubes.

» Ce jaugeage a été fait par la pesée de colonnes de mercure mesurées à zéro dans le tube, et correspondant à une fraction de sa capacité déterminée par le calibrage précédent.

» Aux mesures de longueurs proprement dites, il a été nécessaire d'ajouter l'examen des échelles gravées sur les tubes, tant au point de vue de l'équidistance de leurs divisions qu'à celui de leur valeur absolue. On s'est servi pour ces études du *Comparateur universel* du Bureau. Des précautions particulières étaient nécessaires pour obtenir la longueur exacte des tubes,

après qu'on les a eu coupés et rodés progressivement, de manière à les amener aussi exactement que possible aux dimensions données par le Calcul.

» Enfin, comme les réductions à zéro de ces dernières observations impliquaient la connaissance de la dilatation des tiges de verre employées, j'ai mesuré cette dilatation pour les deux sortes de verre (verre vert ou *dur* et cristal à base de plomb) dont sont formés les étalons, par vingt séries de comparaisons avec l'une des règles de platine iridié du Bureau les mieux déterminées, à des températures variant entre 0° et 38° environ.

» Les tubes pénètrent par leurs extrémités dans de larges flacons à tubulure, pleins de mercure, et destinés à les intercaler dans un circuit. Ce mode de communication introduit, comme on le sait, une résistance additionnelle particulière qui se calcule d'après le diamètre du tube.

» J'ai construit ainsi quatre étalons, dont les résistances *théoriques*, calculées d'après l'étude géométrique des tubes, faite comme je viens de l'indiquer (en y comprenant la résistance de communication par le flacon), sont, en ohms légaux :

Étalon I....	$R_{(0)} = \overset{\omega}{0},999999$	Étalon III...	$R_{(0)} = \overset{\omega}{0},999979$	Moy. $\overset{\omega}{0},999994$
» II...	1,000004	» IV...	0,999994	

» Ces quatre étalons ont été comparés plusieurs fois entre eux, électriquement, dans toutes les combinaisons possibles. J'ai été aidé, dans cette partie du travail par M. de Nerville, qui a répété toutes les comparaisons et m'a assisté dans l'ajustement des copies dont il sera question tout à l'heure. Si l'on *admet* que les erreurs de construction commises sur chacun des quatre étalons se compensent, et, par suite, que la valeur moyenne 0,999994 est exacte, leurs résistances *réelles* à zéro seraient, d'après le résultat moyen de toutes nos observations,

Étalon I....	$R_{(0)} = \overset{\omega}{1},000017$	Étalon III...	$R_{(0)} = \overset{\omega}{0},999960$	Moy. $\overset{\omega}{0},999994$
» II...	0,999996	» IV...	1,000003	

» Les différences entre ces nombres et les précédents représenteraient les erreurs de construction commises sur chacun des étalons. La plus forte atteindrait environ $\frac{2}{100000}$ d'ohm, et le résultat moyen pourrait être considéré comme exact à $\frac{1}{100000}$ d'ohm à peu près.

» Ces étalons fondamentaux sont très fragiles, incommodes pour la pratique habituelle et peu propres à des opérations fréquemment répétées. J'ai construit, en outre, un certain nombre de copies qui donnent la même résistance sous une forme plus maniable. J'ai adopté une disposition analogue à celle que M. Mascart avait présentée à la Conférence. Ces copies,

dont j'ai l'honneur de mettre deux modèles sous les yeux de l'Académie, sont constituées par des colonnes de mercure contenues dans des tubes recourbés plusieurs fois sur eux-mêmes, symétriquement, et pénétrant par le haut dans des godets d'assez grand diamètre. Ces godets sont réunis au tube par des anneaux de caoutchouc, et restent ouverts, ce qui facilite l'ajustement et permet au besoin de renouveler le mercure. Ils ont été ajustés par comparaison, en rodant progressivement les extrémités du tube, avec soin, jusqu'à leur donner la résistance des étalons. Leur remplissage a toujours été fait, aussi bien que celui des étalons eux-mêmes, dans le vide. Il y aura, je crois, un certain intérêt à voir comment ces copies se comporteront, avec le temps, au point de vue de leur permanence, comparativement à des étalons de fil solide, maillechort, platine argent ou platine iridié.

» Le choix du mercure, ainsi que le mode d'introduction des étalons dans un circuit, exigent certaines précautions et ont fait l'objet d'études dans le détail desquelles je ne puis entrer.

» Je dois, en terminant, exprimer tous mes remerciements à M. Carpentier pour le concours dévoué et actif qu'il m'a prêté dans toute la partie de ce travail relative aux mesures électriques. »

OPTIQUE. — *Indices de réfraction des aluns cristallisés.* Note de M. Ch. Soret.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, en septembre 1882, la description d'un instrument qui permet d'appliquer la méthode de la réflexion totale à la mesure des indices de réfraction des corps solides, pour les diverses radiations du spectre visible. Au moyen de cet instrument très commode et très précis, j'ai déterminé, pour les huit raies, *a*, B, C, D, E, *b*, F, G du spectre solaire, les indices de réfraction d'un certain nombre d'aluns cristallisés, savoir :

» Sept aluns d'alumine, quatre aluns de chrome, cinq aluns de fer, un alun d'indium que M. Marignac a bien voulu me confier, et deux aluns de gallium que je dois à l'obligeance de M. Lecoq de Boisbaudran.

» Les mesures ont toujours été répétées plusieurs fois, avec des réglages différents et sur plusieurs cristaux de chaque sel. J'ai pris les plus grandes précautions pour m'assurer de la pureté chimique de mes produits. Je crois pouvoir considérer les chiffres ci-dessous comme exacts en moyenne, à moins de deux unités près de la quatrième décimale, et comme ne présentant nulle part une erreur d'une unité de la troi-

sième décimale, si ce n'est peut-être pour les aluns de gallium [1], dont les indices sont probablement un peu faibles et dont j'ai l'intention de reprendre l'étude.

» J'ai déterminé, en outre, par la méthode de la balance hydrostatique, les densités de ces divers sels. Ces mesures, effectuées en général sur des cristaux d'assez grandes dimensions, et d'homogénéité un peu douteuse et variable, ne peuvent d'ailleurs pas être considérées comme très précises.

	$R^2Al^2, 4SO^4, 24H^2O$.				
R =	AzH^4.	Na.	AzH^3, CH^3.	K.	Rb.
a..........	1,45509	1,43492	1,45013	1,45226	1,45232
B..........	1,45599	1,43563	1,45062	1,45303	1,45328
c..........	1,45693	1,43653	1,45177	1,45398	1,45417
D..........	1,45939	1,43884	1,45410	1,45645	1,45660
E..........	1,46234	1,44185	1,45691	1,45934	1,45955
b..........	1,46288	1,44231	1,45749	1,45996	1,45999
F..........	1,46481	1,44412	1,45941	1,46181	1,46192
G..........	1,46923	1,44804	1,46363	1,46609	1,46618
Densités....	1,631	1,667	1,568	1,735	1,852

	$R^2Al^2, 4SO^4, 24H^2O$.		$R^2In^2 4SO^2, 24H^2O$.	$R^2Ga^2, 4SO^4, 24H^2O$.	
R =	Cs.	Fl.	AzH^4.	AzH^4.	K.
a..........	1,45437	1,49226	1,46192	1,46124	1,46063
B..........	1,45517	1,49317	1,46259	1,46191	1,46149
c..........	1,45618	1,49443	1,46352	1,46282	1,46245
D..........	1,45856	1,49748	1,46636	1,46552	1,46499
E..........	1,46141	1,50128	1,46953	1,46848	1,46813
b..........	1,46203	1,50209	1,47015	1,46911	1,46854
F..........	1,46386	1,50463	1,47234	1,47121	1,47045
G..........	1,46121	1,51076	1,47750	1,47615	1,47508
Densités....	1,911	2,257	2,011	1,745	»

	$R^2Cr^2, 4SO^4, 24H^2O$.			
R =	AzH^4.	K.	Rb.	Fl.
a................	1,47911	1,47642	1,47660	1,51692
B................	1,48014	1,47738	1,47756	1,51798
c................	1,48125	1,47865	1,47868	1,51923
D................	1,48418	1,48137	1,48151	1,52280
E................	1,48744	1,48459	1,48486	1,52704
b................	1,48794	1,48513	1,48522	1,52787
F................	1,49040	1,48753	1,48775	1,53082
G................	1,49594	1,49309	1,49323	1,53808
Densités..........	1,719	1,817	1,946	2,236

[1] Une partie du gallium que j'ai eu à ma disposition était de fabrication déjà ancienne, et s'est trouvé contenir un peu d'aluminium.

$R^2Fe^2, 4SO^4, 24H^2O$.

R =	AzH⁴.	K.	Rb.	Cs.	Fl.
a	1,47927	1,47639	1,47700	1,47825	1,51674
B	1,48029	1,47706	1,47770	1,47921	1,51790
c	1,48150	1,47837	1,47894	1,48042	1,51943
D	1,48482	1,48169	1,48234	1,48378	1,52365
E	1,48921	1,48580	1,48654	1,48697	1,52859
b	1,48993	1,48670	1,48712	1,48867	1,52946
F	1,49286	1,48939	1,49003	1,49136	1,53284
G	1,49980	1,49605	1,49700	1,49838	1,54112
Densités...	1,713	1,806	1,916	2.061	2,385

» On peut faire les remarques suivantes sur les résultats qui viennen d'être exposés :

» 1° D'après les densités observées, le volume moléculaire ne semble pas tout à fait constant pour les divers termes de la série des aluns. Malgré quelques irrégularités, il semble plutôt varier d'une manière déterminée si l'on considère les termes correspondants des trois séries alumine, chrome et fer. Ce fait est analogue à ce qui se passe dans la série des chlorures, bromures et iodures alcalins.

» 2° La variation de l'indice n_D, par exemple, en passant d'un alun à l'autre, est sensiblement la même dans les trois séries. Il se manifeste ici une loi additive qui a été remarquée déjà dans d'autres composés. Il faut observer, à cet égard, que l'alun de soude a un indice beaucoup plus faible que celui de potasse, tandis que, dans la série des chlorures alcalins, le sel de soude vient se placer entre le sel ammoniacal et le sel potassique.

» 3° On remarquera que j'ai constamment obtenu, pour l'alun alumine-thallium, un indice beaucoup plus élevé que celui qui lui avait été attribué par M. Fock. Ce fait a quelque importance au point de vue de la théorie des propriétés optiques des mélanges isomorphes.

» 4° L'alun de méthylamine vient se placer, pour son indice de réfraction, entre les aluns de soude et de potasse, comme si, dans les aluns d'alumine, l'indice variait d'une manière continue avec le poids moléculaire du radical alcalin. Il sera curieux de savoir si ce caractère se retrouve dans les autres aluns organiques, et c'est là une question que je me réserve d'examiner. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les eaux de pluie de la ville d'Alger.* Note de M. Chairy, présentée par M. Debray.

« En opérant sur $0^{lit},5$ de pluie, réduisant à 50^{cc} ou 70^{cc}, il est facile, en faisant évaporer une goutte de liqueur sous le microscope, de suivre la

formation de magnifiques trémies; la cristallisation comprend en outre des cristaux losangiques, probablement des sels ammoniacaux.

» *Sel marin.* — Le dosage est très facile :

» $0^{lit},5$ d'eau, février. — Employé 1,1 de nitrate $\frac{N}{10}$ pour les $\frac{25}{34}$ de la liqueur, soit $0^{gr},0174$ par litre.

» 1^{lit}, du 24 février au 6 mars. — Employé 5,94 de nitrate $\frac{N}{10}$ pour les $\frac{27}{35}$, soit $0^{gr},043$ de sel par litre.

» $0^{lit},5$ du 19 mars au 3 avril. — Employé 22,1 d'Ag $\frac{N}{100}$, soit $0^{gr},0248$ par litre.

» $0^{lit},98$, du 13 au 15 avril (orage). — Employé 7,6 Ag $\frac{N}{100}$ pour les $\frac{18}{68}$ de la liqueur, ce qui fait $0^{gr},019$ de sel par litre.

» $0^{lit},89$, du 16 avril au 24 mai. — $0^{gr},0526$ par litre.

» $0^{lit},114$ du 15 au 16 septembre (orage). — $0^{gr},02$ par litre.

» $0^{lit},004$, du 12 septembre (orage). — $0^{gr},03$ par litre.

» L'influence du temps de chute est manifeste lorsqu'on consulte les chiffres des orages. La température moyenne n'a qu'une influence très restreinte : le maximum est en effet atteint pendant le mois d'avril, et ce maximum dépasse de beaucoup la quantité qui se trouve dans l'air après l'été, comme le démontrent les deux derniers dosages.

» Je dois ajouter que ces eaux de pluie proviennent de l'Observatoire météorologique, situé à une altitude de 40^{m}. Les poussières salines dépassent donc facilement cette altitude.

Fer. — Le fer se trouve surtout dans les résidus laissés par l'eau de pluie sur le filtre; le fer, que je dose en reprenant ces résidus par l'acide sulfurique faible, se trouve donc à l'état de sesquioxyde ou de carbonate. (On sait que ces minerais sont très abondant en Algérie.)

	Fer trouvé.
	gr
$0^{lit},95$ d'eau, du 13 février au 6 mars	0,00067
$0^{lit},5$ d'eau, fin mars	0,0042
1^{lit} d'eau (orage du 12 septembre)	0,0039

» En général, il est toujours possible de constater le fer, même par le cyanure jaune.

» *Nitrite d'ammoniaque.* — J'ai recherché les sels ammoniacaux dans l'eau de pluie. Dans deux cas, j'ai trouvé peu ou point de nitrate, chose curieuse; au contraire, on constate facilement le nitrite par l'iodure d'amidon en présence de l'acide acétique; le dosage est très souvent possible en opérant sur $0^{lit},5$.

» $0^{lit},5$ d'eau, du 19 mars au 3 avril. — Employé 0,9 d'I $\frac{N}{200}$, soit $0^{gr},00029$ de sel par litre.

» Orage du 13 au 15 avril. — Dosage impossible.

» $0^{cm},89$, du 16 avril au 14 mai. — Employé 0,3 d'I $\frac{N}{200}$, tube 0,93 pour les $\frac{25}{70}$ de la liqueur, soit $0^{gr},00014$ de sel par litre.

» Orage du 15 au 16 septembre. — Impossibles de doser.

» Je n'ai jamais pu mettre en évidence le nitrite dans les bourres de filtrage, même en opérant sur 1^{mc} d'air.

» *Iode*. — J'ai recherché l'iode dans 1^{lit} d'eau de pluie, à trois reprises différentes, en évaporant, après addition de carbonate de soude, et électrolysant le liquide dans des conditions spéciales : je n'ai jamais obtenu le bleuissement de l'amidon. De même par le traitement chimique ordinaire.

» *Eau oxygénée*. — En suivant la marche indiquée par Schœne, et opérant sur 1^{lit} d'eau, je n'ai jamais rien obtenu. Si, comme il le prétend, l'eau oxygénée se produisait surtout sous l'influence de la lumière, la quantité maximum de 1^{mg} par litre, trouvée par lui, devrait être plus considérable en Algérie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les composés carbonés combustibles existant dans l'air atmosphérique*. Note de MM. **A. Muntz** et **E. Aubin**, présentée par M. Hervé Mangon.

« On admet qu'il existe dans l'air des composés carburés; divers phénomènes naturels y versent, en effet, des carbures d'hydrogène parmi lesquels le gaz des marais est le plus abondant. Ces phénomènes se produisent, d'une manière générale, chaque fois que la matière organique se décompose en dehors de l'action de l'oxygène. Les mines de charbon, les eaux marécageuses, sont les sources les plus connues de ces gaz; la fermentation alcoolique qui, ainsi que l'un de nous l'a montré, se produit abondamment à la surface du globe, ajoute à ces gaz combustibles de la vapeur d'alcool.

» Th. de Saussure a, le premier, soupçonné la présence de gaz carbonés combustibles dans l'air; mais il n'en donne pas une preuve suffisante (1).

(1) De Saussure a opéré dans un eudiomètre, sur un très petit volume d'air; il eût fallu que cet air contînt des quantités énormes de carbures, pour donner la réaction qu'il croit avoir observée.

» M. Boussingault, dans ses mémorables recherches sur la composition de l'atmosphère, a repris l'étude des gaz carbonés contenus dans l'air. Admettant que ces gaz se trouvaient à l'état d'hydrogènes carbonés, il s'est attaché à déterminer l'hydrogène, en pesant l'eau produite par la combustion. Il a trouvé ainsi que l'air de Paris contenait, pour 10000^{vol}, $0^{vol},3$ à $1^{vol},3$ d'hydrogène supposé combiné au carbone.

» A l'occasion de nos recherches sur l'acide carbonique de l'air, nous avons été amenés à nous occuper des gaz carbonés combustibles, et nous avons cherché à en déterminer la proportion, en dosant l'acide carbonique produit par leur combustion. Quelques-unes de nos déterminations se rapportent à l'air de Paris; les autres à l'air de la plaine de Vincennes, pris à la ferme de l'Institut agronomique.

» Deux méthodes se sont offertes à nous : la première consiste à faire passer sur de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge de l'air complètement dépouillé d'acide carbonique, ainsi que de poussières en suspension et à recueillir, pour le doser en volume, l'acide carbonique produit par cette combustion.

» Ce procédé peut donner lieu à une objection : les gaz ou vapeurs carbonés ne seraient-ils pas retenus, au moins en partie, par la potasse qui sert à absorber l'acide carbonique préexistant? Nous avons donc employé, comme contrôle, une autre méthode, moins simple, d'une exécution très délicate, mais échappant à l'objection formulée plus haut. Cette seconde méthode consiste à opérer sur deux volumes d'air identiques, pris au même moment et au même point. L'un de ces volumes d'air abandonnait son acide carbonique à un tube à pierre ponce potassée; l'autre traversait, avant cette absorption, un tube contenant de l'oxyde de cuivre chauffé au rouge, ou mieux de la pierre ponce imprégnée d'oxyde de cuivre. On avait ainsi, d'un côté, l'acide carbonique contenu dans le volume d'air employé; de l'autre côté, la même quantité d'acide carbonique augmentée de celle que produisait les gaz carbonés par la combustion. Cette dernière méthode a été contrôlée par des expériences à blanc, destinées à nous fixer sur la limite de la précision dont elle est susceptible. Ces recherches se sont faites dans les conditions dans lesquelles nous avons opéré les dosages de l'acide carbonique de l'air, mais en opérant sur des volumes d'air beaucoup plus considérables (1000^{lit} à 1500^{lit}), et en augmentant encore la précision du dosage de l'acide carbonique. Les deux méthodes ont d'ailleurs conduit à des résultats identiques.

» Nous ne croyons pas utile d'insister sur les précautions prises pour

opérer la filtration parfaite de l'air; la combustion est assurée par le passage lent à travers un long tube à oxyde de cuivre chauffé au rouge; l'absorption de l'acide carbonique et sa détermination en volume ont été l'objet de soins particuliers.

» La quantité d'acide carbonique dosant les gaz carbonés combustibles a varié, à la station de Paris, au Conservatoire des Arts et Métiers, de 3 à 10 millionièmes en volume; mais nous sommes là dans un centre où l'air peut être souillé de gaz d'éclairage ou de produits de combustion incomplète.

» Dans la plaine de Vincennes les quantités ont varié entre $2^{vol},0$ et $4^{vol},7$ pour 1 million de volumes d'air. La moyenne des résultats, se rapportant aux mois d'octobre, novembre et décembre 1882, est égale à $3^{vol},3$ d'acide carbonique dosant les gaz carbonés, pour 1 million de volumes d'air. On peut donc dire que la quantité de gaz ou vapeurs carbonés combustibles existant dans l'air se mesure par une quantité d'acide carbonique 100 fois plus petite que celle de l'acide carbonique normal de l'air.

» Si nous calculons ce que cette quantité de carbone représente d'hydrogène en volume, en admettant que le carbone soit tout entier à l'état d'hydrogène protocarboné, nous obtenons $\frac{16}{1000000}$. Les chiffres trouvés par M. Boussingault sont plus élevés et compris entre $\frac{30}{1000000}$ et $\frac{130}{1000000}$; mais ces chiffres se rapportent à l'atmosphère de Paris, dans laquelle nous avons trouvé nous-mêmes une quantité de carbone plus élevée qui correspondrait à 33^{vol} d'hydrogène. Nos résultats en ce qui concerne l'air de Paris sont donc d'accord avec les chiffres les moins élevés de M. Boussingault. Il reste cependant à examiner s'il n'existe pas, dans l'air normal, une certaine quantité d'hydrogène libre.

» Nous avons parlé plus haut des causes naturelles continues qui déversent dans l'atmosphère des gaz ou vapeurs carbonés combustibles. On peut se demander si l'atmosphère terrestre est destinée à s'enrichir indéfiniment en composés analogues, ce qui aboutirait, en fin de compte, à la transformation complète de l'acide carbonique de l'air en gaz ou vapeurs impropres à rentrer dans le cycle de la vie organique, ou bien s'il existe une cause qui arrête cette accumulation et qui fait repasser à l'état d'acide carbonique ces gaz carbonés. Nous trouvons cette cause dans l'étincelle électrique qui sillonne les parties inférieures de l'atmosphère et dont l'action continue est surtout manifeste sous les tropiques. Déjà M. Boussingault avait pensé qu'il devait en être ainsi. Nous admettons cette opinion après l'avoir vérifiée par des observations directes. Nous avons, à cet effet, fait

passer dans un tube dans lequel on produisait des décharges électriques de l'air préalablement privé d'acide carbonique et dans lequel on avait introduit des quantités d'hydrogène protocarboné extrêmement minimes, voisines de celles qui existent normalement dans l'air. L'étincelle électrique a eu pour effet de produire de l'acide carbonique aux dépens de l'hydrogène protocarboné. On peut donc admettre que les décharges électriques dont l'atmosphère terrestre est le siège ont pour résultat de brûler les gaz carbonés qui se trouvent dans l'air et que le carbone immobilisé ne s'accumule pas et repasse incessamment à l'état d'acide carbonique. »

CHIMIE. — *Sur le trifluorure d'arsenic*. Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Le trifluorure d'arsenic a été préparé par Dumas qui, après avoir été blessé en recueillant une certaine quantité de ce produit, a cependant étudié quelques-unes de ses propriétés (1) et en a établi la composition (2).

» Mac Ivor (3) a repris l'étude de ce composé, en a déterminé la densité et le point d'ébullition et a indiqué une nouvelle méthode de préparation.

» Pour obtenir la trifluorure d'arsenic, il suffit de chauffer dans un appareil en plomb un mélange formé de parties égales de fluorure de calcium et d'acide arsénieux sec et bien exempt de chlore, avec le double de son poids d'acide sulfurique monohydraté. Il est bon de ne pas pousser trop loin la distillation, sans quoi il passe dans le récipient, à la fin de l'expérience, un liquide huileux non miscible avec le fluorure d'arsenic et plus léger que ce dernier.

» Le trifluorure d'arsenic est un corps liquide, incolore, très mobile, fumant à l'air. Le dosage de l'arsenic qu'il contient conduit exactement à la formule $AsFl^3$. Son point d'ébullition a été trouvé de 63°, sous la pression de 752^{mm} (de 63° à 66°, d'après Mac Ivor). Sa densité, prise par la méthode du flacon, était de 2,734 (2,73, Mac Ivor). Dumas avait établi que le trifluorure d'arsenic, en présence de l'eau, se décomposait immédiatement en acide arsénieux et acide fluorhydrique.

(1) Note sur quelques composés nouveaux, extraite d'une Lettre de Dumas à Arago (*Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXI, p. 433).

(2) Dumas, *Traité de Chimie*, t. I, p. 359.

(3) Mac Ivor, *Sur le fluorure d'arsenic* (*Chemical News*, t. XXX, p. 169, et t. XXXII, p. 232).

» Mis en présence de l'iode, le trifluorure d'arsenic en dissout une certaine quantité en prenant une coloration d'un rouge pourpre. Il se combine au brome sous l'action d'une légère élévation de température et fournit un corps cristallisé qui sera examiné plus tard. Le trifluorure d'arsenic est soluble dans la benzine.

» L'action de la chaleur sur le trifluorure d'arsenic a été étudiée avec soin. Dans une cloche courbe remplie de mercure, on fait passer une petite quantité de fluorure d'arsenic. On chauffe légèrement, de façon à amener le liquide à l'état gazeux; puis la partie courbée est portée au rouge sombre pendant environ trente minutes. L'appareil reprend ensuite la température du laboratoire. Dans ces conditions, il ne se forme pas de dépôt d'arsenic, mais une poussière blanchâtre tapisse l'intérieur de l'éprouvette et il reste un corps gazeux qui est entièrement formé de fluorure de silicium. En présence du verre au rouge sombre, le fluorure d'arsenic fournit donc de l'acide arsénieux et du fluorure de silicium.

» Nous avons démontré dans une Note précédente [1] que, sous l'action de la chaleur dans une cloche de verre, le trifluorure de phosphore se dédoublait en phosphore, acide phosphorique et fluorure de silicium. La quantité d'oxygène abandonnée par l'acide silicique n'est pas suffisante, en effet, pour transformer la totalité du phosphore en acide phosphorique.

$$4PhFl^3 + 6SiO^2 = 3Si^2Fl^4 + 12O + 4Ph.$$

» Au contraire, dans l'action de la chaleur sur le trifluorure d'arsenic en présence de silicates, il ne se produit pas de dépôt d'arsenic; ce corps est complètement transformé en acide arsénieux, par l'oxygène de la silice

$$4AsFl^3 + 6SiO^2 = 3Si^2Fl^4 + AsO^3.$$

» Enfin nous avons fait agir sur le fluorure d'arsenic un courant de 25 éléments Bunsen montés en série.

» Le fluorure d'arsenic bien pur était placé dans un petit creuset de platine qui servait d'électrode négative annulaire. Un fil de platine de petit diamètre, en contact avec le pôle positif, arrivait au milieu du creuset suivant son axe et s'arrêtait à un demi-centimètre du fond. En faisant passer le courant, on voyait l'arsenic se déposer rapidement sur le creuset; autour du fil de platine, il se dégageait, bulle à bulle, un corps gazeux. Le

---

(1) H. Moissan, *Sur le trifluorure de phosphore* (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 65).

fluorure d'arsenic conduit mal l'électricité; la réaction est assez lente et elle s'arrête après quelques minutes, l'arsenic qui se dépose sur le platine étant un corps mauvais conducteur qui interrompt le courant et par conséquent la décomposition. Le fil de platine formant le pôle positif est attaqué superficiellement par le gaz qui se dégage. On sait qu'il en était de même dans les belles expériences de M. Fremy sur la décomposition des fluorures métalliques par l'électricité ([1]).

» Le trifluorure d'arsenic est un composé dangereux à manier; mis en contact avec la peau, il produit des ulcérations profondes et douloureuses. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Réaction de l'oxyde ferrique, à haute température, sur quelques sulfates.* Note de M. **Scheurer-Kestner**, présentée par M. Friedel.

« Lorsqu'on calcine au rouge blanc un mélange de 2 parties de sulfate de calcium et 1 partie d'oxyde ferrique, tout le soufre du mélange est expulsé. Il reste dans le creuset une masse fondue soluble dans les acides faibles, même dans l'acide acétique qui enlève peu à peu tout le calcium, tandis qu'il reste de l'oxyde ferrique insoluble; toutefois la dissolution calcique renferme de petites quantités de fer. Les gaz qui se dégagent pendant la calcination sont composés d'abord d'anhydride sulfurique; puis, quand l'opération est plus avancée, d'acide sulfureux et d'oxygène; mais il est évident que la réaction fondamentale est donnée par le dégagement de l'anhydride sulfurique et que son remplacement par les deux autres gaz n'est dû qu'à une élévation trop grande de la température qui provoque la décomposition de l'anhydride. Il est probable que le mélange entre en fusion, que la fusion provoque une double décomposition avec formation de sulfate ferrique et d'oxyde de calcium et que c'est la décomposition du sulfate ferrique par la chaleur qui donne lieu au dégagement d'anhydride; je ne vois pas d'autres explications à donner de cette intéressante réaction.

» J'ai cherché à abaisser la température de la fusion, et par conséquent de la décomposition, de manière à éviter la décomposition de l'anhydride,

---

([1]) Fremy, *Recherches sur les fluorures* (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XLVII, p. 5).

espérant arriver à obtenir ce dernier corps exclusivement. L'emploi des chlorure et fluorure de calcium a beaucoup retardé la décomposition de l'anhydride, qui a été obtenu en quantité plus grande; mais les creusets n'ont pas résisté à l'action corrosive de ce mélange, qui renfermait parties égales de chaque substance.

» On observe la même réaction avec d'autres sulfates des métaux diatomiques. Le sulfate de plomb est complètement décomposé par l'oxyde ferrique. Le culot obtenu ne renferme plus que de l'oxyde ferrique, cristallisé en partie, et de l'oxyde de plomb. Traité par l'acide azotique, les oxydes s'y dissolvent sans dégagement de vapeurs nitreuses. L'acide acétique dissout l'oxyde de plomb à froid. Le sulfate de plomb paraît se décomposer à une température moins élevée que le plâtre. Au commencement de l'opération, il se dégage toujours de l'anhydride, remplacé plus tard par de l'acide sulfureux et de l'oxygène.

» Il en est de même du sulfate de magnésium, qui se comporte comme le plâtre. Sans fondant, il ne se dégage que de l'acide sulfureux et de l'oxygène; avec du fluorure de calcium, c'est de l'anhydride sulfurique.

» Lorsque, dans ces différentes opérations, on ajoute assez de fondant, on peut provoquer la réaction sur un bec ordinaire de Bunsen, et l'on obtient d'abondantes vapeurs d'anhydride sulfurique : c'est le résultat fourni par un mélange composé de 175 parties de plâtre, 100 de fluorure de calcium et 100 d'oxyde ferrique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le ferment ammoniacal.* Note de M. **A. Ladureau**, présentée par M. Schlœsing.

« Voici le résultat des dernières expériences que j'ai entreprises et que j'ai commencées il y a trois ans, dans le but d'étudier le ferment ammoniacal, c'est-à-dire celui qui transforme l'urée en carbonate d'ammoniaque, et de déterminer son rôle et sa présence dans la nature. Ce ferment existe en quantités considérables dans le sol, dans l'air atmosphérique, dans les eaux de la surface du sol et dans celles qui y tombent sans cesse, et dans beaucoup d'eaux souterraines.

» Il agit aussi facilement dans le vide barométrique que sous une pression normale, ou même sous une pression de 3^{atm}. Il décompose l'urée aussi bien en présence de l'air que des gaz oxygène, azote, hydrogène, acide carbonique, protoxyde d'azote.

» Sauf le chloroforme qui agit sur lui d'une manière notable en retardant son action, les agents anesthésiques n'exercent guère d'action sur lui. Quant aux antiseptiques, il en faut des quantités relativement assez élevées pour l'empêcher de déterminer la fermentation.

» Le rôle que joue ce ferment dans la nature est considérable, il transforme, en sels plus assimilables par les plantes, toute l'urée produite par le règne animal, et met ainsi chaque jour à la disposition des végétaux des millions de kilogrammes de sels ammoniacaux. Je vais chercher un corps susceptible d'entraver momentanément l'action de ce ferment, afin d'éviter la perte d'azote considérable qu'éprouvent les cultivateurs par suite de la transformation de l'urée, dans la fermentation des fumiers, en carbonate d'ammoniaque qui se volatilise en partie. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de l'amylase dans les feuilles.* Note de M. L. **Brasse**, présentée par M. Berthelot.

« Dans le cours d'un travail commencé au laboratoire de M. Dehérain, sur le rôle physiologique de l'amylase, j'ai pu constater un fait qui me paraît devoir être signalé : c'est la présence constante de l'amylase dans toutes les feuilles que j'ai étudiées, celles de Pomme de terre, Dahlia, Topinambour, Maïs, Betterave, Tabac et Ricin, ainsi que dans les graines en voie de formation de Pavot à opium, d'Œillette, de grand Soleil et de Ricin.

» L'amylase est extraite par le procédé Dubrunfaut. Après avoir été contusées dans un mortier, les feuilles ou les graines sont mises en digestion dans l'eau froide. Au bout de vingt-quatre heures, on presse, on additionne le jus d'une fois et demie son volume d'alcool à 90-93 GL., et l'on filtre. Le liquide filtré est de nouveau additionné de la même quantité d'alcool ; on laisse déposer, on décante le liquide clair et on recueille le précipité sur un filtre, où on le lave deux ou trois fois avec une petite quantité d'alcool à 65 GL.

» L'amylase, quand il y en a, se trouve dans ce précipité. Pour y déceler sa présence, on introduit, dans un flacon de 60^{cc}, $0^{gr},5$ d'amidon à l'état d'empois, 10^{cc} de la solution aqueuse d'amylase et 20^{cc} d'eau. La solution diastasique est telle que 10^{cc} correspondent à 10^{gr} de feuilles fraîches.

» Les flacons ainsi préparés sont mis au bain-marie à 63°. Ils y sont accompagnés d'un nombre égal de flacons contenant la solution diastasique seule. On dose le sucre réducteur par différence.

» Chaque flacon est bouché au liège et reçoit huit à dix gouttes de chloroforme. L'analyse du sucre est précédée d'un examen au microscope.

» Dans ces conditions, je n'ai jamais constaté la présence des microbes; dans tous les cas, l'amidon a été transformé comme à l'ordinaire, en donnant un sucre réducteur mélangé de dextrine. »

VITICULTURE. — *Sur la levure de vin cultivée.* Note de M. A. **Rommier.**

« Au mois de juin dernier, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une Note relative à l'emploi de la levure de vin cultivée, destinée à hâter la fermentation des moûts et à en diminuer la durée, lorsque la vinification a lieu à une température relativement basse. L'ensemencement des moûts avec cette levure a aussi pour but de prévenir le développement des fermentations secondaires, sans qu'il soit nécessaire de recourir à la stérilisation préalable. Mes expériences avaient eu lieu sur du *chasselas;* je les ai reprises cette année sur des raisins de différents cépages.

» La température élevée du mois de septembre n'a pas été favorable à des expériences de cette nature; je n'en ai pas moins reconnu que l'addition de la levure a encore pour effet de diminuer la durée de la fermentation.

» Le 29 août, par une température de 21°, qui s'est élevée les jours suivants à 23°, pour s'abaisser un moment à 18°, une fermentation de 4^{kg} de *petit pineau précoce*, additionnée de levure cultivée, a précédé de huit heures celle qui s'est produite naturellement. Elle a été tumultueuse quarante-huit heures avant cette dernière et elle a pris fin quarante-huit heures plus tôt. La température du moût s'est élevée à 23°, pendant que celle de l'air ambiant n'était que de 22°.

» Une seconde expérience, faite avec des raisins des environs de Paris, commencée le 29 septembre, par une température de 20°, variant les quatre jours suivants de 19° à 20°, pour s'abaisser ensuite sensiblement en l'espace de quinze jours à 12°, a donné des différences bien plus marquées entre les deux modes de vinification. Ces raisins, blancs et rouges, des variétés dites *meunier* et *gamay*, ont été cueillis à Bagneux, la veille des vendanges. Ils étaient de bonne qualité, parfaitement mûrs et n'avaient pas été soufrés pour les préserver de l'oïdium. On pouvait donc les considérer comme ayant mûri dans les conditions requises pour que le Champignon qui fournit la levure de vin se soit développé normalement sur la pellicule du fruit.

» On a introduit ces raisins bien écrasés dans des flacons, dont le n° 1 a contenu 2^{kg},500 de meunier; le n° 2, même quantité de ce raisin avec 35^{cc} d'un moût contenant de la levure de vin bien développée, dont la dernière culture remontait à huit jours; le n° 3, 2^{kg},500 de gamay, et le n° 4, même quantité de ce raisin avec 35^{cc} de la levure de vin. Les flacons,

fermés avec des bouchons de liége traversés par des tubes de verre coudés dont l'extrémité opposée plongeait dans l'eau, livrait ainsi un libre passage au dégagement d'acide carbonique. Enfin, les tubes de verre ont été choisis sensiblement d'un même diamètre, pour qu'en comptant le nombre de bulles de gaz dégagées à la minute, on pût constater chaque jour, assez exactement, la marche de ces fermentations, qui est détaillée au Tableau suivant :

Dates.	Température.	N° 1. Meunier sans levure.	N° 2. Meunier. avec levure.	N° 3. Gamay sans levure.	N° 4. Gamay avec levure.
	o	Bulles.	Bulles.	Bulles.	Bulles.
29 sept., minuit....	20	0	0	0	0
30 » 10h matin.	19	0	0	0	0
30 » 1h soir...	20	0 (?)	1	1	1
30 » minuit....	20	0 (?)	5	3 ½	3
1er oct., midi.....	19	2	17	3	17
» minuit....	20	3	60	4	59
2 » midi.....	19	3 ½	39	3	63
» minuit ...	19,5	6	25	3 ½	58
3 » midi.....	19	3	20	2 ½	40
4 » midi.....	17,5	2 ½	19	2	14
6 » midi.....	16	3	4	2	0
7 » midi.....	16	3	2	1 ½	0
8 » midi.....	15,5	3 ½	1 ½	1 ½	
9 » midi.....	16	5	2	2	
10 » midi.....	15	5	0	2 ½	
11 » midi.....	13	5		2 ½	
12 » midi.....	12	5		4 ½	
13 » midi.....	12	5 ½		4 ½	
14 » midi.....	12	4 ½		4 ½	
15 » midi.....	13	5		9	
16 » midi.....	13,5	15		18	
17 » midi.....	14,5	18		27	
19 » midi.....	15,5	13		10	
20 » midi.....	15	9		4	
21 » midi.....	14,5	4		2	
24 » midi.....	13	1 ½		1 ½	
28 » midi.....	13	1 ½		1 ½	
30 » midi.....	12	0		1	
Alcool pour 100..		9,55	8,95	9,75	9,70

» D'après ce Tableau, les deux fermentations faites naturellement n'ont commencé à se lancer un peu vivement que vers le dix-septième jour et se sont terminées en l'espace d'un mois. Celles au contraire qui ont reçu de la levure sont devenues tumultueuses en trente-six heures et ont été finies le sixième et le dixième jour. On a même pu faire successivement, pendant la durée des deux fermentations sans levure, deux vins de sucre à 10 pour

100 d'alcool avec le marc du n° 4, en remplaçant le vin tiré par de l'eau sucrée. Dans le même espace de temps, il n'en a été fait qu'un seul avec le n° 2.

» La température des moûts n'a pas dépassé de plus d'un degré celle de l'air extérieur.

» Ces fermentations ont été plus ou moins actives suivant la rapidité de la reproduction et du développement de la levure; on peut même dire que celle qui a été ajoutée est la seule qui ait agi, et la rapidité de son action a été telle que la levure provenant de la pellicule du raisin n'a pas eu le temps d'intervenir. En effet, les moûts nos 2 et 4 examinés au microscope, le cinquième jour de l'expérience, contenaient de nombreux grains de ferment entièrement développés; le fait était surtout remarquable pour le n° 4, dont la fermentation a été la première achevée. Ceux, au contraire, des nos 1 et 3 paraissaient plus rares et d'un très petit diamètre. Ils ont commencé à prendre de la croissance vers le dixième jour, pour acquérir leur grosseur ordinaire aux environs du quinzième, au moment de l'accélération de la fermentation.

» Il résulte de cette observation qu'on aurait plutôt intérêt à ajouter la levure quand elle a acquis son plein développement.

» Des faits analogues doivent se produire quand les vendanges ont lieu par les temps froids et que les marcs mettent souvent toute une semaine avant de se soulever. C'est alors que l'addition de la levure serait d'un emploi avantageux; elle accélérerait et régulariserait la fermentation; elle arrêterait le développement des mauvais germes et assurerait ainsi la conservation des vins. »

MINÉRALOGIE. — *Addition à une Note sur une pegmatite à grands cristaux de chlorophyllite des bords du Vizézy, près de Montbrison (Loire).* Note de M. F. Gonnard, présentée par M. Damour.

« Dans ses *Mémoires pour servir à l'histoire naturelle du département de la Loire*, Passinges donne, sur deux filons de feldspath (*pegmatite*) des environs de Montbrison, des détails assez nombreux pour qu'il ne soit pas très difficile à un minéralogiste de retrouver ces filons. Mais si, dans mes premières excursions, j'ai été assez heureux pour retrouver, dans les gorges du Vizézy, cette belle pegmatite avec ses éléments constitutifs, tels que les indiquent Passinges et de Bournon (feldspath blanc jaunâtre, beaux cristaux de quartz enfumé, mica blanc argenté, tourmaline noire); si, de plus, j'ai découvert dans cette roche la chlorophyllite en gros cristaux plus ou moins réguliers, ou en masses laminaires, par contre, je n'ai pu rencontrer la moindre trace d'andalousite ou d'émeraude.

» Toutefois, comme j'avais observé sur le feldspath de petits cristaux

blancs d'apatite, espèce que ne mentionne pas Passinges, mais que semble soupçonner de Bournon (*Lettre à M. Delamétherie sur le spath adamantin et l'adulaire*), je me décidai, dans la pensée que je finirais peut-être par retrouver au moins l'une des deux dernières espèces citées par Passinges, à revenir explorer ces filons. J'eus alors la bonne fortune de recueillir plusieurs petits prismes hexagonaux de couleur verte plus ou moins foncée, et, selon l'expression de Passinges, *tronqués aux deux bouts*. Je les pris d'abord pour de l'émeraude. Mais, trouvant, ainsi que Bournon lui-même l'avait remarqué, que la dureté de ces cristaux était notablement inférieure à celle du béryl, je me décidai à sacrifier l'un d'eux à un essai chimique. Il ne me fut pas difficile de reconnaître que j'avais affaire à de l'apatite.

» Ainsi, ces divers gisements minéralifères des bords du Vizézy, où j'ai retrouvé assez aisément tout ce qu'indique Passinges, soit : grosses pseudomorphoses de quartz d'après des scalénoèdres de calcite, masses de résinite brun jaunâtre, filons de pegmatite, etc., ne m'ont offert ni andalousite, ni émeraude; mais bien de la chlorophyllite et de l'apatite, minéraux dont ne parlent ni de Bournon, ni Passinges.

» En outre, les deux seuls prismes que la collection d'Allard, à Montbrison, ait renfermés sous la désignation d'andalousite du Forez, prismes décrits et cités par Gruner, appartiennent à l'aragonite.

» Je ne prétends pas, toutefois, malgré cette erreur assez singulière, que l'andalousite n'ait pu se trouver dans la pegmatite de Vizézy, ce minéral étant souvent associé à la chlorophyllite; et c'est ainsi, pour prendre un exemple sur le sol français, qu'elle a été découverte aux environs de Nantes.

» Mais, quant à l'émeraude, il me semble que la description de Passinges et les doutes exprimés par de Bournon, joints aux observations que j'ai faites moi-même, ne peuvent laisser place à l'hésitation touchant l'appréciation de l'erreur commise à cet égard. Ces émeraudes, les premières qui, d'après de Bournon, avaient été *citées comme indigènes de la France*, ne sont qu'une apatite verte, telle que celle dont j'ai parlé dans un autre Travail [*Sur la Vaugnérite d'Irigny* (*Comptes rendus*, 19 novembre 1883)] et dont la carrière du Diable, près d'Irigny (Rhône), m'a fourni de si nombreux et parfois si parfaits échantillons, que les anciens minéralogistes lyonnais rapportaient invariablement à l'émeraude; telle encore que celle citée par Lecoq et Bouillet dans les pegmatites des bords de l'Allier, à quelque distance au-dessous de Coudes, toujours sous le nom d'émeraude.

» L'apatite de la pegmatite du Vizézy offre un caractère fréquent d'ailleurs dans ce minéral ; elle est tabulaire, comme les cristaux du val de Medels ou de Knappenwand. Les prismes n'ont sur les arêtes de la base que de faibles troncatures, qui pourraient passer même pour des effets de corrosion. Le plus grand de ceux que j'ai recueillis n'a guère plus de 8^{mm} de diamètre, sur $3^{mm},5$ de hauteur ; il n'est pas homogène comme couleur ; une partie est d'un vert foncé, le reste presque incolore. Examinée avec la loupe et sous une vive lumière, la base, qui paraît très unie à simple vue, montre des figures hexagonales juxtaposées, quelques-unes très régulières, aux contours très déliés et d'une grande netteté. Chacune de ces figures, prises isolément, comprend un certain nombre d'hexagones concentriques, indiquant les zones d'accroissement de chacun des cristaux élémentaires, qui composent le prisme, et en décèlent ainsi la structure complexe. »

M. Chapel adresse une Note intitulée « Existence d'une relation périodique entre les densités des corps simples et leurs poids atomiques ».

M. L. Grezel adresse une Note sur quelques expériences d'électricité.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 novembre 1884.

Annales de la Société d'Emulation du département des Vosges, 1884. Épinal, V. Collot; Paris, A. Goin, 1884 ; in-8°. (Trois exemplaires.)

Annales de la Société d'Agriculture, Sciences, Arts et Belles-Lettres du département d'Indre-et-Loire; t. LXII, janvier à décembre 1883. Tours, impr. Rouillé-Ladevèze, 1883 ; in-8°.

Société des Sciences médicales de Gannat. Compte rendu des travaux de l'année 1883-1884. Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1884 ; in-8°.

Sociétés et matériel de secours pour les blessés militaires (*Exposition de* 1878) ;

par M. le Dr Gruby. Paris, E. Lacroix, 1884; in-8° relié. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité pratique d'électricité industrielle; par E. Cadiat et L. Dubost. Paris, Baudry, 1885; in-8°.

Faune de la Sénégambie; par A.-T. de Rochebrune. *Oiseaux.* Paris, O. Doin, 1884; in-8°.

Résumé météorologique de l'année 1883 *pour Genève et le grand Saint-Bernard; par* A. Kammermann. Genève, Schuchardt, 1884; in-8°.

Sur les homodynamies qui existent entre la main et le pied des Mammifères. — Sur les éléments morphologiques du manubrium du sternum chez les Mammifères, etc. etc.; par M. P. Albrecht. Bruxelles et Berlin; 5 br. in-8°.

Atti dell'Accademia pontificia de' Nuovi Lincei, anno XXXVI, sessione IIa del 28 gennaio; sessione IIIa del 18 febbraio; sessione IVa del 18 marzo 1884. Roma, 1884; 2 liv. in-4°.

Delle ammoniti del Veneto che furono descritte e figurate da T.-A. Catullo. Nota di G. Omboni. Venezia, tipogr. Antonelli, 1884; br. in-8°.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 NOVEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIOLOGIE. — *Expériences sur le chlorhydrate de cocaïne* [suite (1)]; par M. VULPIAN.

« 1. Le chlorhydrate de cocaïne, injecté dans la veine saphène d'un chien curarisé et soumis à la respiration artificielle, produit d'abord un abaissement notable de la pression sanguine intra-artérielle, puis une élévation de cette même pression. C'est du moins ce que j'ai constaté, à l'aide de l'hémodynamomètre, en pratiquant l'injection intra-veineuse de 4^{cc} d'une solution aqueuse au $\frac{1}{100}$ de ce sel. Six secondes après l'injection, la pression, qui auparavant était de $0^m, 130$, tombe à $0^m, 86$; elle reste à ce niveau pendant six secondes; puis elle remonte rapidement, atteint $0^m, 172$ au bout de huit secondes et, un peu plus tard, elle arrive à $0^m, 200$ et s'y maintient pendant trois ou quatre minutes. On fait une nouvelle injection un quart d'heure après la première : même solution,

---

(1) Voir le *Compte rendu* de la précédente séance.

même quantité introduite dans la même veine. On observe encore presque aussitôt un abaissement considérable de pression, abaissement de peu de durée et suivi d'une élévation progressive, moindre que celle qui s'est produite la première fois, car la pression ne dépasse pas $0^{m},170$. Les mouvements du cœur se modifient aussi. Après la première injection, les oscillations du pouls étaient devenues beaucoup plus amples et un peu plus lentes, au moment où la pression intra-carotidienne devenait plus forte ; ces oscillations sont devenues ensuite plus faibles et plus nombreuses qu'avant toute injection.

» L'abaissement de la pression, qui suit presque immédiatement l'injection, est dû sans doute à une influence affaiblissante exercée momentanément sur le cœur, et l'élévation ultérieure de la pression me paraît pouvoir être attribuée à l'action vaso-constrictive du chlorhydrate de cocaïne. Cette action porte-t-elle directement sur les vaisseaux? s'opère-t-elle par l'intermédiaire des nerfs vaso-moteurs? C'est ce qu'une recherche spéciale permettra de décider. Je me bornerai à rappeler que le chlorhydrate de cocaïne semble produire certains de ses effets en agissant sur le grand sympathique : c'est ce qui a lieu pour la mydriase et la propulsion de l'œil observées dans les cas d'application de la substance sur la conjonctive oculaire et la cornée transparente, ou dans les cas d'injection de la substance dans le sang veineux, vers le cœur (expérience sur le chien). M. Kœnigstein avait déjà considéré l'écartement des paupières, constaté chez l'homme après instillation du sel de cocaïne sur la surface antérieure de l'œil, comme le résultat de l'action de la cocaïne sur le sympathique.

» 2. Il m'a paru intéressant de rechercher si le chlorhydrate de cocaïne exercerait une action anesthésiante sur des invertébrés.

» Certains points de la surface tégumentaire d'un escargot (*Helix pomatia*) ont été mis en contact, un grand nombre de fois, avec la solution aqueuse, au $\frac{1}{100}$, de ce sel. On a insisté particulièrement sur le tentacule oculifère du côté droit. Il a été impossible de paralyser la sensibilité de ce tentacule : peut-être cependant était-elle un peu diminuée. L'injection, dans les tissus de l'animal, de $0^{cc},5$ de la solution a produit d'abord un retrait du corps dans la coquille, puis une immobilité presque complète : toutefois la sensibilité n'était pas abolie. La seule particularité à signaler parmi les effets de l'injection a été un déploiement passif plus considérable du tentacule oculifère droit que du tentacule gauche : le tentacule droit offrait, en outre, une sorte de distension par relâchement de sa paroi. Le lendemain l'escargot avait recouvré la liberté de ses mouvements.

» Sur des écrevisses (*Astacus fluviatilis*, F.), je n'ai pu essayer que des injections interstitielles. Une injection de $0^{cc},5$ de la solution au $\frac{1}{100}$, faite dans l'intervalle de deux anneaux de l'abdomen, à la face inférieure de cette partie du corps, a produit sur-le-champ une cessation des mouvements spontanés. On a pu constater, pendant quelques instants encore, de faibles mouvements réflexes des pattes-nageoires, lorsqu'on les pressait entre les mors d'une pince anatomique. Il n'y a donc pas eu paralysie absolue de la sensibilité et il n'y a aucun rapprochement à faire entre les effets observés chez ces crustacés et ceux que l'on constate chez les vertébrés.

» 3. L'action anesthésiante locale qu'exerce le chlorhydrate de cocaïne sur la sensibilité des téguments de la grenouille a permis de faire certaines expériences qui, sans établir aucun fait nouveau, confirment d'une façon nouvelle des résultats expérimentaux d'une certaine importance.

» *a*. Lorsqu'une grenouille a eu la moelle épinière coupée transversalement, au niveau des nerfs brachiaux, et lorsqu'elle n'est pas épuisée par une trop grande perte de sang, elle ramène par un mouvement réflexe ses membres postérieurs à leur attitude ordinaire de flexion, et ces membres reprennent vivement cette attitude lorsqu'on les a étendus. Si l'on humecte à plusieurs reprises la peau d'un des membres postérieurs, dans toute son étendue, avec une solution aqueuse de chlorhydrate de cocaïne au $\frac{1}{50}$, le tégument de ce membre devient insensible, et alors ce membre reste souvent allongé lorsqu'on l'a étendu : les impressions communiquées à la moelle épinière par les extrémités cutanées des nerfs sensibles faisant défaut dans ces conditions, le mécanisme du mouvement réflexe qui détermine l'attitude ordinaire en flexion n'est plus mis en jeu par ce membre, et dès lors ce membre reste pour ainsi dire à l'abandon. Il peut cependant exécuter encore quelques mouvements réflexes lorsqu'on les provoque par d'autres procédés. Au bout de quelques minutes, la sensibilité abolie par le sel de cocaïne reparait et le membre postérieur, qui avait été anesthésié, reprend de nouveau son attitude de flexion.

» *b*. Dans ces mêmes conditions (moelle coupée en travers au niveau des nerfs brachiaux), on peut susciter des mouvements défensifs, comme l'ont vu tous les expérimentateurs, en irritant la peau, soit d'un des membres postérieurs, soit d'un point de la partie postérieure du tronc. Si l'on a insensibilisé la peau d'un des membres postérieurs au moyen de la cocaïne, on voit que le contact d'une gouttelette d'acide acétique déposée sur le tégument de ce membre n'est suivi d'aucun mouvement réflexe, tandis que la même excitation faite sur l'autre membre, resté sensible, provoque

tout aussitôt des mouvements réflexes répétés; parfois, dans ce dernier cas, il y a, en même temps, un très léger mouvement réflexe du membre anesthésié.

» Si, sur une autre grenouille opérée de même, on place une gouttelette d'acide acétique sur la peau du pourtour de l'ouverture anale, le membre non insensible exécute les mouvements bien connus qui sont évidemment adaptés au but à atteindre, à savoir l'expulsion de la cause irritante : il en est de même si l'on presse la peau de cette région entre les murs d'une pince, et l'on sait que des mouvements analogues, un peu différents suivant le siège du point irrité, se manifestent lorsqu'on irrite, par un de ces moyens ou un moyen du même genre, la peau du dos ou des flancs. Or, si la peau de l'un des membres est anesthésiée à l'aide du sel de cocaïne, toutes ces excitations ne provoquent plus de mouvements défensifs que dans le membre dont le tégument est resté sensible.

» Lorsque l'anesthésie du membre humecté par la cocaïne se dissipe, ce membre recommence à prendre part avec énergie et régularité aux mouvements défensifs suscités par les irritations du tégument de la partie postérieure du tronc.

» *c*. Si l'on enlève le cerveau proprement dit (les lobes cérébraux) sur une grenouille vigoureuse, l'animal, au bout de peu d'instants, a repris toute sa vivacité, et on le voit, de temps en temps, exécuter des mouvements de locomotion (marche, saut), en apparence spontanés. Si l'on jette la grenouille, ainsi opérée, dans un large vase plein d'eau ou dans un bassin, elle se met aussitôt à nager avec la plus grande régularité et ne s'arrête, en général, que lorsqu'elle a atteint le bord du réservoir. Si elle peut monter sur ce bord, elle y monte, puis y reste immobile.

» Lorsqu'on a engourdi, au moyen de la solution de chlorhydrate de cocaïne, toute la surface du corps, les membres et la tête y compris, sur une grenouille ainsi opérée, on constate que l'animal jeté dans l'eau y reste immobile; on peut renouveler l'essai plusieurs fois de suite : chaque fois la grenouille demeure inerte. Lorsque l'insensibilité se dissipe, tous les mouvements, et en particulier ceux de natation, se manifestent de nouveau dans les conditions indiquées.

» J'ajoute que la grenouille renversée sur le dos ne se retourne plus sur le ventre avec la même facilité [1]. D'autre part, le coassement répété que

---

[1] Les impressions émanées des extrémités terminales des nerfs cutanés ne remplissent d'ailleurs, par rapport à ce phénomène, qu'un rôle accessoire. J'ai montré, il y a long-

l'on détermine en saisissant par les flancs l'animal dont on a enlevé le cerveau proprement dit cesse de se produire.

» On voit que la spontanéité des mouvements, chez les grenouilles privées de leurs lobes cérébraux, n'est qu'apparente : ces mouvements, si analogues, pour un coup d'œil superficiel, à des mouvements volontaires et intentionnels, ne sont, comme l'admettent tous les physiologistes, que des mouvements réflexes, et un certain nombre d'entre eux ne peuvent être provoqués que par des impressions provenant des téguments cutanés. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les relations algébriques entre les fonctions hyperelliptiques d'ordre n.* Note de M. **Brioschi.**

« 1° La recherche des relations algébriques entre les fonctions hyperelliptiques d'ordre n, où entrent les fonctions thêta à n arguments, peut être considérée comme la base, le point de départ de la théorie de ces fonctions, comme l'ont démontré Rosenhain et Göpel, dans leurs travaux, et M. Hermite, dans son Mémoire *Sur la théorie de la transformation des fonctions hyperelliptiques de genre* 2.

» M. Weierstrass, dans son Mémoire : *Zur Theorie der Abel'schen Functionen* (*Journal de Crelle*, t. 52, 1856), a signalé quatre relations quadratiques très importantes entre ces fonctions, auxquelles j'en ai ajouté deux, dans un Mémoire publié dans les *Annali di Matematica* de l'année 1858. Ces résultats sont, encore aujourd'hui, ce qui existe de plus général sur le sujet, et c'est peut-être au manque de leur connaissance que sont dues les tentatives entreprises dans d'autres voies. Ce qui reste à faire, c'est de tirer des nombreuses conséquences de ces formules celles qui conduisent plus directement à la résolution du problème, et c'est le but que je me suis proposé dans ces Communications à l'Académie.

» Soient $a_0, a_1, \ldots, a_{2n}$ $2n+1$ quantités réelles, et

$$f(x) = \prod_0^{2n}{}_r (x - a_r)^{\frac{1}{2}}.$$

---

temps, que ce mouvement, chez les grenouilles sans cerveau, s'exécute encore après qu'on a rapidement enlevé toute la peau de ces animaux.

Si l'on pose

$$u_1 = \sum_1^n {}_r \int_{a_{2r-1}}^{x_r} \frac{f_1(x)\,dx}{f(x)}, \quad u_2 = \sum_1^n {}_r \int_{a_{2r-1}}^{x_r} \frac{f_2(x)\,dx}{f(x)}, \quad \ldots, \quad u_n = \sum_1^n {}_r \int_{a_{2r-1}}^{x_r} \frac{f_n(x)\,dx}{f(x)},$$

$f_1(x)$, $f_2(x)$, ..., $f_n(x)$ étant des polynômes de degrés non supérieurs à $n-1$, les fonctions

$$p_r(u_1, u_2, \ldots, u_n) = \sqrt{\varphi(a_r)}, \quad p_{rs} = p_r p_s \sum_1^n {}_i \frac{f(x_i)}{(x_i - a_r)(x_i - a_s)\varphi'(x_i)},$$

$$p_{rst} = p_r p_s p_t \sum_1^n {}_i \frac{f(x_i)}{(x_i - a_r)(x_i - a_s)(x_i - a_t)\varphi'(x_i)},$$

et ainsi de suite, dans lesquelles $\varphi(x) = (x - x_1)(x - x_2)\ldots(x - x_n)$, sont des fonctions hyperelliptiques de l'ordre n dont le nombre est $4^n - 1$.

» Dans ce qui va suivre, j'indiquerai les $2n+1$ quantités $a_0, a_1, \ldots, a_{2n+1}$, de cette manière : pour n d'entre elles, par $a_{r_1}, a_{r_2}, \ldots, a_{r_n}$; pour $n-1$ autres, par $a_{m_1}, a_{m_2}, \ldots, a_{m_{n-1}}$; pour les deux dernières, par a_s, a_t. Enfin je pose

$$g(x) = (x - a_{r_1})(x - a_{r_2})\ldots(x - a_{r_n}),$$
$$k(x) = (x - a_{m_1})(x - a_{m_2})\ldots(x - a_{m_{n-1}})$$

et, en conséquence,

$$h(x) = f^2(x) = g(x)k(x)(x - a_s)(x - a_t).$$

» 2° Je vais signaler, avant tout, quelques relations algébriques qu'on peut nommer *générales*, parce qu'elles restent les mêmes, quelle que soit la valeur de n. En indiquant par (st) l'expression $a_s - a_t$, ces relations sont les suivantes :

$$(st)p_\mu p_{st} + (\mu s)p_t p_{\mu s} + (t\mu)p_s p_{\mu t} = 0,$$
$$(\mu\nu)(st)p_{\mu\nu}p_{st} + (s\nu)(t\mu)p_{s\nu}p_{t\mu} + (s\mu)(\nu t)p_{s\mu}p_{\nu t} = 0,$$
$$(st)p_{\mu st} = p_t p_{\mu s} - p_s p_{\mu t}, \quad (st)p_{\mu\nu st} = p_t p_{s\mu\nu} - p_s p_{t\mu\nu},$$

ainsi de suite. Je dois rappeler, pour le moment, quatre équations entre les six relations quadratiques mentionnées ci-dessus; mais, pour les simplifier dans la forme, je pose

$$p_{rs} = \sqrt{(rs)(rt)g'(a_r)}\,\frac{x_r}{(rs)}, \quad p_{rt} = \sqrt{(rs)(rt)g'(ar)}\,\frac{y_r}{(rt)}$$

pour $r = r_1, r_2, \ldots, r_n$.

» Je pose encore

$$P = \sum_r x_r^2, \quad Q = \sum_r y_r^2, \quad R = \sum_r x_r y_r,$$
$$S = \sum_r \frac{x_r^2}{(rm)}, \quad T = \sum_r \frac{y_r^2}{(rm)}, \quad U = \sum_r \frac{x_r y_r}{(rm)},$$
$$V = \sum_r \frac{x_r^2}{(rs)}, \quad W = \sum_r \frac{y_r^2}{(rt)},$$

dans lesquelles les S, T, U s'écrivent S_1, T_1, U_1; S_2, T_2, U_2, ... pour $m = m_1$, m_2, ... Par l'introduction de ces dénominations, on peut donner aux quatre relations quadratiques la forme très simple qui suit :

$$(2) \quad \begin{cases} p_s^2 = (st)k(a_s) - P - (st)V, & p_s p_t = -R, \\ \dfrac{(sm)}{g(a_m)} p_{ms}^2 = (st)k(a_s) - (tm)S - (st)V, & \dfrac{1}{g(a_m)} p_{ms} p_{mt} = -U. \end{cases}$$

» De la troisième de ces relations on déduit que

$$\frac{1}{g(a_t)} p^2 = k(a_s) - V$$

et, par la permutation de s, t,

$$\frac{1}{g(a_s)} p_{st}^2 = k(a_t) - W;$$

on aura en conséquence

$$(3) \qquad M p_{st}^2 = k(a_t)V - k(a_s)W,$$

en supposant $M = \frac{k(a_s)}{g(a_s)} - \frac{k(a_t)}{g(a_t)}$. Le carré de la fonction p_{st} est, par cette formule, exprimé en fonction linéaire des carrés des fonctions p_{rs}, p_{rt} correspondant à $r = r_1, r_2, \ldots, r_n$. Mais, au moyen des deux valeurs de p_{st}^2, on déduit les relations suivantes :

$$(4) \qquad p_s^2 = \frac{(st)}{g(a_t)} p_s^2 - P, \quad \frac{(sm)}{g(a_m)} p_{ms}^2 = \frac{(st)}{g(a_t)} p_{st}^2 - (tm)S,$$

et, en permutant s, t,

$$(5) \qquad p_t^2 = -\frac{(st)}{g(a_s)} p_{st}^2 - Q, \quad \frac{(tm)}{g(a_m)} p_{mt}^2 = -\frac{(st)}{g(a_s)} p_{st}^2 - (sm)T.$$

» On aura donc, en désignant par $x_1, x_2, \ldots, x_n$; $y_1, y_2, \ldots, y_n$ les fonctions x_r, y_r pour $r = r_1, r_2, \ldots, r_n$, ce premier résultat. Les carrés des

deux fonctions à un seul indice p_s, p_t et les carrés des $2n-1$ fonctions à deux indices p_{st}, p_{ms}, p_{mt} $(m = m_1, m_2, \ldots, m_{n-1})$ peuvent s'exprimer en fonctions linéaires des carrés de $x_1, x_2, \ldots, x_n$; $y_1, y_2, \ldots, y_n$. »

CHIMIE. — *Sur quelques réactions du sulfure de carbone et sur la solubilité de ce corps dans l'eau;* par MM. G. CHANCEL et F. PARMENTIER.

« L'étude des réactions que donne le sulfure de carbone avec un certain nombre de substances nous a donné des résultats nouveaux. Ainsi l'on admet en général que le sulfure de carbone, en présence des dissolutions alcalines, donne un mélange de carbonate et de sulfocarbonate alcalins, d'après l'équation suivante donnée par Berzelius pour la potasse :

$$3\,CS^2 + 6KOH = CO^3K^2 + 2CS^3K^2 + 3H^2O.$$

Nous avons trouvé que les choses sont plus compliquées que ne l'indique cette formule.

» Pour ne parler aujourd'hui que de l'action de l'hydrate de baryte sur le sulfure de carbone, nous avons constaté que l'équation précédente ne rend pas compte des faits observés.

» Quand on ajoute de l'eau de baryte à une dissolution aqueuse de sulfure de carbone ou à un mélange de sulfure de carbone et d'eau, il ne se produit qu'une action peu appréciable à la température ordinaire. Il faut un certain temps pour voir se déposer une faible quantité de précipité, et l'action se continue très lentement. Mais, si l'on vient à élever la température du mélange, il se forme rapidement un précipité blanc, abondant, de carbonate de baryte, pendant que la dissolution surnageante devient d'un beau jaune. En chauffant au bain-marie, en vases scellés, des quantités pesées de sulfure de carbone avec des dissolutions étendues d'eau de baryte, nous avons trouvé que, après une certaine durée de l'expérience, le poids de carbonate de baryte produit est supérieur à celui qu'indique l'équation ci-dessus. Nous avons vu aussi la liqueur surnageant le précipité se décolorer au fur et à mesure que l'action a été plus prolongée. Nous avons donc été amenés à penser que la totalité du carbone contenu dans le sulfure de carbone passe à l'état d'acide carbonique quand on fait durer l'attaque un temps suffisant. C'est ce que l'expérience a démontré.

» Si l'on chauffe à 100°, pendant quelques heures, dans des vases

scellés et préalablement remplis d'un gaz inerte, un mélange de sulfure de carbone et d'eau de baryte même assez diluée, on obtient un précipité blanc de carbonate de baryte qui se sépare très nettement d'une liqueur à peine colorée en jaune. La liqueur contient du sulfhydrate de sulfure de baryum avec excès d'eau de baryte. Cette réaction, fort nette, est exprimée par l'équation suivante :

$$\underbrace{CS^2}_{76} + \underbrace{2BaO^2H^2}_{342} = \underbrace{CO^3Ba}_{197} + \underbrace{BaS^2H^2}_{203} + \underbrace{H^2O}_{18}.$$

» En pesant le carbonate de baryte produit, nous avons trouvé les quantités données par cette dernière équation. C'est ce que montrent les nombres suivants :

	CS^2 employé.	CO^3Ba trouvé.	CO^3Ba calculé.
I................	0gr, 254	0gr, 6580	0gr, 6584
II................	0gr, 187	0gr, 4850	0gr, 4847

» Il est nécessaire de prendre une précaution dans ces recherches. Il se forme, par l'action de l'hydrate de baryte sur le sulfure de carbone, outre du carbonate de baryte, du sufhydrate de sulfure de baryum. Si donc on opère au contact de l'air, il se produit une oxydation du sulfhydrate de sulfure de baryum; il y a formation d'hyposulfite de baryte très peu soluble dans l'eau, et même de sulfate de baryte [1]. Le précipité pesé contiendra donc ces deux corps, et le poids brut obtenu sera supérieur à celui qu'on aurait en ayant opéré dans un gaz inerte, de préférence dans l'azote; car, en dosant à l'état de sulfate de baryte les corps étrangers ainsi introduits, on arrive à des résultats très exacts, ainsi que le montrent les nombres suivants obtenus en opérant en présence de l'air :

	CS^2 employé.	CO^3Ba calculé.	Précipité pesé après calcination à l'air.	SO^4Ba.	CO^3Ba trouvé.
I....	0,263	0,687	0,7395	0,053	0,6865
II....	0,173	0,450	0,528	0,077	0,451

» On voit que, dans l'expérience II, la quantité de sulfate de baryte obtenue a été beaucoup plus considérable que dans l'expérience I. Cela tient à ce que le ballon dans lequel a été faite l'opération contenait un volume d'air plus grand.

(1) En chauffant pendant quelques heures une dissolution de sulfhydrate de sulfure de baryum dans un matras scellé contenant de l'air, nous avons constaté la disparition totale de l'oxygène avec formation d'un précipité de sulfate et d'hyposulfite de baryte.

» Mais on voit aussi que, même lorsqu'on opère en présence de l'air, on retrouve exactement le carbone du sulfure de carbone dans le carbonate de baryte, si l'on a soin de tenir compte de l'erreur introduite.

» Cette réaction, par sa netteté, nous a conduits à un procédé de dosage de petites quantités de sulfure de carbone. Nous avons été amenés à l'appliquer à la résolution d'une question qui intéresse en ce moment les régions ravagées par le Phylloxera. M. Peligot (*Comptes rendus*, 13 octobre 1884) a émis l'opinion que l'emploi du sulfure de carbone en dissolution dans l'eau doit constituer un excellent insecticide. Il importe donc de déterminer par des expériences certaines la solubilité du sulfure de carbone dans l'eau aux diverses températures, d'autant plus que les résultats donnés jusqu'ici présentent des divergences considérables (Ckiandy-Bey $0^{gr},50$ par litre, Rommier 2^{gr}, Peligot $4^{gr},32$).

» Nous avons déterminé la quantité de carbonate de baryte formée par l'attaque, au moyen d'eau de baryte, de dissolutions saturées de sulfure de carbone dans l'eau à diverses températures. En multipliant les poids de carbonate de baryte obtenus par le coefficient 0,386, nous avons eu la quantité de sulfure de carbone dissoute dans l'eau à ces températures.

» Nous avons trouvé ainsi les nombres suivants :

Températures.	Poids de sulfure de carbone contenu dans 1^{lit} de dissolution.
$3^{\circ},4$	$2^{gr},00$
15,8	1,81
30,1	1,53
41,0	1,05

» Quand on trace, d'après ces expériences, la courbe de solubilité du sulfure de carbone dans l'eau, on voit que le coefficient de solubilité de ce corps diminue rapidement à partir de 30° pour devenir nul vers la température d'ébullition du sulfure de carbone. Ces expériences conduisent à ce résultat remarquable que la dissolution de sulfure de carbone dans l'eau se comporte d'une façon analogue aux dissolutions des gaz n'ayant aucune action chimique sur l'eau. »

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, au nom des traducteurs, MM. Rabot et Lallemand, du deuxième Volume du *Voyage de la* Vega *autour de l'Asie et de l'Europe*, par M. *Nordenskiöld*.

« Dans ce Volume, M. Nordenskiöld fait l'histoire du voyage, depuis son hivernage dans la mer Glaciale.

» Parmi les questions nombreuses et variées qui méritent particulièrement de fixer l'attention, on signalera : les aurores boréales; l'histoire des Tschuktschis, la description physiologique de ces indigènes, dont la civilisation est encore au niveau de celle de l'âge de la pierre, ainsi que leur caractère et leurs mœurs; l'historique complet des explorations sur la côte septentrionale de l'Asie, depuis Hérodote; la traversée du détroit de Behring et le passage sur la côte américaine, puis le retour en Asie; une Notice sur l'île de Behring et sur sa faune ancienne, notamment sur les rhythines; le séjour au Japon; la visite des houillères de Labuan, sur la côte septentrionale de Bornéo; le gisement des pierres précieuses à Ceylan. Un dernier Chapitre donne le récit de cette série d'ovations sans précédents, dont le chef de la *Vega* et ses compagnons ont été l'objet, depuis le Japon où une grande médaille a été frappée en leur honneur, jusqu'en Égypte, en Italie, en Portugal, en Angleterre, à Paris dont M. Nordenskiöld ne manque pas de rappeler le chaleureux accueil et qui se termine par la réception triomphale de Stockholm.

» Le texte est enrichi de nombreuses figures très bien exécutées et de Cartes anciennes, dont l'une est une mappemonde du xe siècle.

» C'est avec un très vif intérêt qu'on suit l'intrépide et savant voyageur dans toutes les circonstances de ce mémorable périple et dans les observations qu'elles lui suggèrent à chaque instant. Aussi les traducteurs ont rendu un véritable service au public français qui saura en profiter. »

MÉMOIRES LUS.

ÉLECTRICITÉ. — *De l'action de la chaleur sur les piles, et de la loi de Kopp et de Wœstyne.* Note de M. G. LIPPMANN.

(Renvoi à la Section de Physique.)

« On sait que certains éléments galvaniques ont une force électromotrice variable avec la température. Tels sont notamment les éléments à dépolarisant solide : élément à chlorure d'argent, élément de Latimer Clarke (zinc-sulfate de zinc, sulfate de mercure-mercure); élément à calomel (zinc-chlorure de zinc, calomel-mercure). On sait également que les éléments à force électromotrice variable jouissent d'une propriété remarquable : c'est que l'énergie qu'ils mettent en jeu sous forme de courant n'est pas égale à l'énergie de l'action chimique mesurée au calorimètre; la différence entre les deux quantités est due à ce que de la chaleur,

empruntée au milieu ambiant, vient se joindre à la chaleur chimique, pour se transformer en même temps en travail électrique ou mécanique. Cet emprunt de chaleur au milieu ambiant a été démontré analytiquement par M. Helmholtz, et vérifié expérimentalement par M. Czapski ([1]).

» Quels sont les éléments de pile qui possèdent ainsi une force électromotrice variable avec la température? Telle est la question que je me propose de résoudre par l'analyse.

» Soient e la force électromotrice d'un élément, m la quantité d'électricité qui l'a traversé à un moment quelconque, θ la température absolue. Le fonctionnement de l'élément altère la concentration du liquide, et la force électromotrice varie avec cette concentration; il faut donc introduire la concentration comme variable. A cet effet, imaginons que l'élément soit placé dans un corps de pompe rempli de vapeur d'eau, de tension maxima p; en faisant varier le volume v compris sous le piston, on condensera ou l'on vaporisera l'eau, et par suite on pourra faire varier d'une manière arbitraire et continue la concentration du liquide. L'état du système dépend donc des trois variables indépendantes θ, m et v. Si l'élément est régénérable par le courant, on peut lui faire parcourir un cycle fermé. Dans ce cas, il y a équivalence entre le travail extérieur T et la chaleur absorbée Q. En appelant A l'inverse de l'équivalent mécanique de la calorie, il faut que l'expression

$$dU = dQ - A\,dT$$

soit une différentielle exacte. Or on a, d'une part, $dT = p\,dv + e\,dm$. D'autre part, on a

$$dQ = c\,d\theta + l_1\,dm + l_2\,dv,$$

c étant la capacité calorifique de l'élément, l_1 et l_2 des coefficients différentiels dont la signification est évidente. Par suite, pour que dU soit une différentielle exacte, on a les trois équations de condition nécessaires suivantes :

$$(1)\qquad \frac{\partial c}{\partial m} = \frac{\partial l_1}{\partial \theta} - A\frac{\partial e}{\partial \theta},$$

$$(2)\qquad \frac{\partial c}{\partial v} = \frac{\partial l_2}{\partial \theta} - A\frac{\partial p}{\partial \theta},$$

$$(3)\qquad \frac{\partial l_1}{\partial v} - A\frac{\partial e}{\partial v} = \frac{\partial l_2}{\partial m} - A\frac{\partial p}{\partial m}.$$

([1]) *Annales de Wiedemann*, n° 2; 1884.

» Si le cycle considéré est non seulement fermé, mais réversible, il faut que le principe de Carnot soit satisfait, c'est-à-dire que l'expression de $\frac{dQ}{\theta}$ soit une différentielle exacte; d'où trois nouvelles conditions d'intégrabilité nécessaires :

(4) $$\frac{\partial c}{\partial m} = \frac{\partial l_1}{\partial \theta} - \frac{l_1}{\theta},$$

(5) $$\frac{\partial c}{\partial v} = \frac{\partial l_1}{\partial \theta} - \frac{l_2}{\theta},$$

(6) $$\frac{\partial l_1}{\partial v} = \frac{\partial l_2}{\partial m}.$$

» Telles sont les six équations fournies par l'application des principes de la Thermodynamique. Il ne reste qu'à les combiner et à les discuter.

» En éliminant c entre les équations (1) et (4), il vient

(7) $$l_1 = A\theta\frac{\partial e}{\partial \theta}.$$

» Cette équation exprime la proposition de M. Helmholtz signalée plus haut.

» On peut tirer des équations (1) à (6) de nombreuses conséquences, dont quelques-unes sont nouvelles. Je me bornerai ici à indiquer la suivante. On peut éliminer l_1 entre les équations (1) et (7); on obtient ainsi, après réduction,

(8) $$\frac{\partial c}{\partial m} = A\theta\frac{\partial^2 e}{\partial \theta^2}.$$

» Le terme $\frac{\partial c}{\partial m}$ mesure la variation de la capacité calorifique qui correspond au passage d'une unité d'électricité, et par conséquent à un équivalent d'action chimique. Donc la condition $\frac{\partial c}{\partial m} = 0$ exprime simplement que la loi de Kopp et Wœstyne est vérifiée. Si $\frac{\partial c}{\partial m} = 0$, le second membre est nul; dans ce cas, e est constant ou bien fonction linéaire de θ, et réciproquement. Donc *les éléments de pile dont la force électromotrice est constante sont ceux qui satisfont à la loi de Kopp et Wœstyne.*

» Lorsque, dans une série d'actions chimiques, il y a changement d'état, dissolution d'un corps solide, par exemple, la loi de Kopp et Wœstyne n'est pas vérifiée, ainsi que M. Berthelot l'a montré depuis longtemps. C'est pour cette raison que les éléments à dépolarisant solide sont sensibles aux variations de température. Il y a plus : si dans un élément de Latimer

Clarke, contenant une solution de sulfate de zinc saturé, on ajoute un excès de ce sel en cristaux, l'accroissement de la force électromotrice pour un degré de température augmente du tiers de sa valeur. M. Helmholtz signale ce fait, sans en donner l'explication.

» M. Berthelot a également montré autrefois que les réactions où la chaleur chimique varie avec la température sont celles où la loi des capacités calorifiques n'est pas vérifiée. Cette proposition ne se confond pas avec celle que j'énonce plus haut, puisque les forces électromotrices ne sont pas toujours proportionnelles aux chaleurs chimiques. En réunissant les deux propositions, on peut dire que, si la loi des capacités calorifiques est vérifiée, la chaleur chimique et la force électromotrice sont égales entre elles, et indépendantes de la température. Dans le cas contraire, ces mêmes grandeurs deviennent inégales, et variables avec la température. »

STATISTIQUE. — *Note statistique sur le choléra dans les hôpitaux de Paris, depuis le début de l'épidémie;* par M. ÉMILE RIVIÈRE. (Extrait par l'Auteur.)

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« C'est le mardi 4 novembre 1884 que le premier cas de choléra, suivi de décès, a été signalé à Paris.

» Nous ne parlons pas ici, bien entendu, des faits qui se sont produits, tant à Paris que dans la banlieue, du 26 juin au 14 octobre dernier, malgré le lien qui les rattache peut-être à l'épidémie actuelle et que nous nous proposons ultérieurement de rechercher. Ce premier décès a été constaté immédiatement par M. le Préfet de Police : c'est celui d'un garçon de lavoir, demeurant passage Saint-Pierre, rue Saint-Antoine, n° 132.

» C'est le lendemain 5 novembre que les premiers cholériques sont entrés dans les hôpitaux de Paris.

» Ce jour-là, 6 malades ont été admis : 5 hommes et 1 femme. Les 5 hommes ont été répartis immédiatement dans les hôpitaux Tenon et Saint-Antoine ; la femme est restée à la Salpêtrière. Sur ces 6 premiers cas, 4 appartenaient au XIe arrondissement et 3 d'entre eux à la rue Sainte-Marguerite, qui allait devenir le foyer le plus sérieux de l'épidémie, et 2 à la même maison (n° 11). Ces deux cholériques exerçaient la profession de chiffonnier. Quant aux deux autres cas, ils provenaient, l'un du XIIe arrondissement et l'autre du XIIIe. Ce dernier est celui d'une aliénée de la Salpêtrière, et c'est dans l'intérieur même de l'hôpital qu'il s'est déclaré.

» Sur ces six premiers cas, cinq ont été suivis de mort ; ces décès ont

eu lieu le lendemain 6 novembre. Le sixième s'est terminé par guérison.

» A dater du 5 novembre, et jusqu'à hier matin 23 novembre 1884, grâce à l'obligeance bien connue de M. le Secrétaire général de l'Administration de l'Assistance publique, nous avons pu établir la statistique de tous les cas, décès et guérisons, survenus dans les hôpitaux de Paris, et commencer à dresser une série de tableaux que nous publierons ultérieurement, et ceci jusqu'à la fin de l'épidémie, afin de donner l'histoire complète du choléra à Paris en 1884. Des chiffres que nous avons relevés et des documents qui nous ont été communiqués, ressortent quelques faits intéressants que nous allons exposer brièvement.

» L'Assistance publique et M. le Dr Dujardin-Beaumetz ayant bien voulu mettre à notre disposition la liste des entrées de chaque jour, avec le nom, l'âge, la profession et la demeure des malades, nous avons aussi récapitulé, par tableaux, chacune de ces indications. En voici le résumé :

» I. Le nombre des *cas de choléra admis* dans les hôpitaux et hospices civils de Paris a été, du 5 au 23 novembre au matin, de 912, dont 553 hommes et 359 femmes. Le nombre des *cas déclarés à l'intérieur* de ces établissements a été de 59, dont 26 hommes et 33 femmes; 18 d'entre eux appartiennent au personnel hospitalier. Le chiffre total des cholériques traités dans les hôpitaux civils jusqu'à hier a donc été de 971, dont 579 hommes et 392 femmes.

» II. Sur ces 971 cas, la mortalité a été de 511 décès, soit 302 hommes et 209 femmes. Les guérisons définitives ont été *jusqu'à présent* de 239, dont 129 hommes et 110 femmes.

» III. Il restait donc, hier matin 23 novembre 1884, en traitement dans les divers hôpitaux et hospices civils de Paris, 221 cholériques, dont 147 hommes et 74 femmes.

» 1° *Age*. — Le fléau a frappé de préférence les hommes de 26 à 60 ans et surtout ceux de 31 à 50; les femmes de 21 à 60 ans, et surtout celles de 21 à 40. Passé l'âge de 60 ans, le nombre des cholériques est relativement restreint. Les enfants n'ont été que très peu touchés.

» 2° *Sexe*. — Le sexe masculin a été beaucoup plus éprouvé que le sexe féminin; la proportion est de 60,64 hommes et 39,36 femmes sur 100 *malades entrés;* elle est au contraire de 44,07 hommes seulement et 55,93 femmes sur 100 *cas déclarés*, à l'intérieur des hôpitaux. Enfin, relativement au chiffre de la population parisienne recensée en 1881 (2239928 habitants), la proportion est de 4,379 cas sur 10000 habitants.

» 3° *Professions*. — Les professions de journalier, puis celle de domestique ont été les plus décimées. Nous trouvons ensuite, mais à une grande

distance de celles-ci, les professions de couturière, lingère, brodeuse et modiste, puis celle de blanchisseur, puis les ouvriers en métaux, les maçons, les charretiers, cordonniers, chiffonniers, etc.

» 4° *Répartition par arrondissement.* — Le XIe arrondissement est celui qui a été le plus éprouvé : il a en effet 116 cas, tandis que ceux qui viennent immédiatement après, le XIXe d'abord, puis le Ve et le XIIe, n'en présentent plus que 91, 78 et 77. Par contre, les moins atteints ont été le XVIe (5 cas), le VIIIe (8 cas) et le IXe (11 cas). La banlieue a aussi envoyé une trentaine de cholériques dans les hôpitaux de Paris.

» 5° *Faits particuliers.* — Comme faits particuliers se rattachant aux cas déclarés dans l'intérieur des hôpitaux, nous signalerons principalement celui de l'aliénée de la Salpêtrière, atteinte le 5 novembre dans cet établissement même, alors qu'on ne connaissait encore qu'un seul cas de choléra dans tout Paris; celui de deux infirmières de la Maternité, frappées par le fléau dans cet établissement, l'une le 10, l'autre le 11 novembre, bien qu'aucun cas depuis lors ou antérieurement n'y ait été constaté.

6° *Décès.* — Jusqu'à présent, le nombre des décès, comparé à celui des cholériques entrés ou déclarés dans les hôpitaux, nous donne la proportion relativement minime, eu égard aux précédentes épidémies, de 52,62 pour 100. Cependant ce n'est là qu'un chiffre provisoire, puisque quelques-uns des cholériques actuellement en traitement succomberont probablement au mal. Néanmoins, nos chiffres proportionnels ne sauraient en être sérieusement modifiés. Quoi qu'il en soit, la mortalité a été relativement plus grande pour les femmes que pour les hommes. Les chiffres sont de 52,33 hommes et de 53,31 femmes pour 100.

En résumé, nos relevés quotidiens nous montrent :

a. Que l'épidémie a suivi une courbe très rapidement ascendante du 5 novembre, jour de l'entrée des 6 premiers cas dans les hôpitaux, au 11 novembre, où le chiffre des malades a été de 132.

b. Que le choléra a suivi au contraire une courbe descendante depuis le 12 novembre jusqu'au 22, sauf deux légers relèvements : le premier, le 12, où le nombre des cas a été de 93 au lieu de 84 la veille; le second, le 17 novembre, où il a été de 41 au lieu de 37 le 16 novembre.

c. Que le chiffre des décès a progressé jusqu'au 12 novembre, où il s'est élevé à 60, chiffre maximum d'une seule journée, pour descendre peu à peu, chaque jour, le 15 novembre excepté, où la courbe s'est relevée de 42 à 49.

d. Que le premier cholérique guéri définitivement a quitté l'hôpital le 8 novembre 1884, et que les sorties se sont accentuées à partir du 14.

De tous ces chiffres nous croyons pouvoir conclure :

1° Que l'épidémie cholérique qui a éclaté à Paris le 4 novembre n'a eu ni l'intensité ni la gravité que redoutait la population parisienne et qu'elle décroît maintenant de plus en plus chaque jour;

2° Que les conditions atmosphériques actuelles donnent tout lieu d'espérer que l'épidémie s'éteindra dans un délai que nul ne saurait préciser, mais qu'on peut entrevoir comme prochain. Nous n'entendons pas dire par là qu'il ne puisse pas, dans certaines conditions, se produire à un moment donné quelques recrudescences.

3° Que les malades atteints ont été, pour la presque totalité, ou des gens affaiblis par des maladies chroniques antérieures, ou des individus épuisés par des excès divers, ou bien encore des malheureux plongés dans la misère physique et physiologique la plus profonde et vivant dans des milieux sordides. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. de Mattos, M. Illingworth adressent diverses Communications relatives au choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique invite l'Académie à désigner l'un de ses Membres, pour remplacer M. Dumas dans la Commission du contrôle de la circulation monétaire, instituée près le Ministère des Finances.

(Renvoi aux Sections de Physique, de Chimie et de Mécanique.)

M. le Ministre de la Guerre informe l'Académie que MM. *F. Perrier* et *H. Mangon* sont désignés pour faire partie du Conseil de perfectionnement de l'École Polytechnique, pendant l'année scolaire 1884-1885, au titre de Membres de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une « Notice biographique sur J.-B. Dumas », par M. *Ch. de Combe-rousse*. (Extrait du journal *Le Génie civil*.)

2° Le numéro de février 1884 du *Bullettino* publié par M. le Prince *Boncompagni*. Ce numéro contient une réimpression du « Tractatus spheræ, di Bartolomeo di Parma. Parte prima e seconda (Biblioteca Vittorio Emanuele) ».

M. **J. Bertrand** signale à l'Académie trois Brochures que vient de faire imprimer M. *Bierens de Haan*, professeur de Mathématiques à l'Université de Leyde :

La première renferme deux Traités inédits de *Simon Stévin*, intitulés : « Miroir de l'art du chant » et « Calcul des moulins à vent »;

La seconde est une réimpression de deux écrits de *Spinosa*, l'un sur le « Calcul algébrique de l'arc-en-ciel », l'autre sur le « Calcul des Probabilités »;

La troisième est le Livre d'*Albert Girard* : « De l'Invention nouvelle en l'Algèbre », imprimé pour la première fois à Amsterdam en 1629.

M. le **Ministre du Commerce** adresse, pour la bibliothèque de l'Institut, l'« Annuaire statistique de la France pour 1884 », que son administration vient de publier.

M. le **Directeur de l'École des Ponts et Chaussées** adresse la livraison XIX (fasc. II du t. III) de la « Collection des dessins du Portefeuille des élèves ».

M. le colonel **Perrier** présente à l'Académie, de la part de M. le Ministre de la Guerre, la deuxième livraison de la Carte nouvelle de la Tunisie à l'échelle de $\frac{1}{200000}$, publiée au Dépôt de la Guerre.

Cette livraison comprend les six feuilles de *le Kef, Kairouan, Mahedia, Feriana, El Djem, Sfax*, s'étendant à peu près depuis le parallèle du Kef jusqu'à celui de Sfax. Les levés sont exécutés sur le terrain, à l'échelle du $\frac{1}{100000}$ et publiés au $\frac{1}{200000}$.

L'édition actuelle n'est que provisoire, rapidement exécutée afin de pouvoir satisfaire le plus tôt possible aux besoins des services publics.

La troisième livraison, déjà levée sur le terrain, comprenant six nouvelles feuilles, paraîtra dans les premiers jours de janvier prochain ; il ne restera plus alors, pour que le levé de la Régence soit complet, qu'à lever et publier des régions assez restreintes, tout à fait voisines de la frontière de la Tripolitaine.

M. **Daubrée** fait hommage à l'Académie, de la part de S. M. *dom Pedro*, notre Associé étranger, du troisième Volume des « Annales de l'École des Mines d'Ouro-Preto », publié en langue portugaise, sous la direction de M. Gorceix.

« Une Notice sur la vie et les travaux du Dr Lund, dont les œuvres complètes, écrites en langue danoise et peu connues, viennent d'être traduites aux frais de l'Empereur, est en tête du Volume. Elle est suivie du Mémoire de ce naturaliste sur les Mammifères quaternaires des cavernes calcaires de la province de Minas-Geraes. Puis vient une Notice de M. Gorceix sur les bassins d'eau douce découverts aux environs d'Ouro-Preto, avec une flore fossile très analogue à la flore actuelle, et dont la stratification redressée atteste que le mouvement d'où résulte le relief de cette région du Brésil a continué jusqu'à une époque très rapprochée de nous. Deux autres Notices, du même auteur, sont : l'une sur les concrétions d'acide titanique hydraté avec vanadium, phosphore, cérium et didyme qui se trouvent dans les cascalhos diamantifères et sur l'abondance remarquable de l'acide phosphorique et du cérium dans la province de Minas-Geraes; l'autre sur la composition minéralogique d'un gravier diamantifère où abonde la monazite, avec le zircon blanc et le corindon. Des études métallurgiques, par M. d'Oliveira, ancien élève de l'École des Mines d'Ouro-Preto, et une Note minéralogique de M. Sena, aussi ancien élève de l'École, sont également à mentionner dans ce Recueil, destiné à faire connaître les richesses minérales du Brésil, en même temps que les moyens de les utiliser. »

ASTRONOMIE. — *Sur la condensation de la nébuleuse solaire, dans l'hypothèse de Laplace.* Note de M. **Maurice Fouché**, présentée par M. C. Wolf.

« La belle théorie que M. Faye propose de substituer à l'hypothèse de Laplace sur la formation du système solaire, et les remarquables études

que M. Wolf vient de publier à ce sujet dans le *Bulletin astronomique*, ont attiré de nouveau l'attention sur les hypothèses cosmogoniques. J'ai cru intéressant de faire ressortir une conséquence de la théorie de Laplace qui m'est venue à l'idée à la suite d'une conversation avec M. Flammarion, et qui, quoique fort simple, ne me paraît pas avoir été remarquée. En 1864, le professeur David Trowbridge avait déjà appelé l'attention sur la condensation centrale très forte que devait posséder vers son centre la nébuleuse primitive, mais les résultats que nous allons développer paraissent lui avoir échappé.

» Si la nébuleuse solaire s'était condensée de manière à rester semblable à elle-même, son moment d'inertie $I = \Sigma mr^2$ aurait varié proportionnellement au carré du rayon équatorial, et, le moment des quantités de mouvement ωI devant rester constant, on aurait eu aux deux époques d'abandon de deux anneaux successifs

$$\omega' a'^2 = \omega a^2 \quad \text{ou} \quad \omega' = \omega \frac{a^2}{a'^2}.$$

» Mais, d'après la troisième loi de Kepler, on a au contraire

$$\omega' = \omega \left(\frac{a}{a'}\right)^{\frac{3}{2}}.$$

» Cette valeur étant plus petite que la précédente et le produit ωI restant constant dans tous les cas, il faut que I soit plus grand que si la distribution des densités était restée la même. Or il est bien évident que, pour une même masse et un même rayon, I sera d'autant plus petit que la condensation vers le centre sera plus prononcée. Il faut donc que dans la nébuleuse de Laplace, non seulement la condensation centrale n'ait pas fait de progrès depuis la formation de la première planète, mais qu'au contraire la distribution des densités y soit devenue de plus en plus uniforme. On remarquera que cette marche des phénomènes est exactement l'opposé de celle qu'admet M. Faye.

» En prenant pour unités le rayon de l'orbite terrestre, la masse du Soleil et le jour moyen, le moment total des quantités de mouvement du Soleil supposé homogène (ce qui en exagère la valeur) est égal à

$$\omega I = \frac{2\pi}{25,19} \times \frac{2}{5}\left(\frac{108,56}{23\,000}\right)^2 = 2\pi \times 0,000\,000\,353\,8.$$

» Celui de l'ensemble des planètes $\Sigma m\,\omega a^2$ est

$$2\pi \times 0,000\,009\,611\,6.$$

» Le moment total pour tout le système est alors

$$2\pi \times 0,000\,009\,9654.$$

» Or, celui d'un ellipsoïde homogène de même masse que le Soleil, s'étendant jusqu'à l'orbite de Neptune et tournant avec la vitesse angulaire actuelle de cette planète, serait

$$\frac{2\pi}{60181} \times \frac{2}{5} \times \overline{30,06}^2 = 2\pi \times 0,006\,04,$$

résultat plus de six cents fois plus grand que le précédent. On voit quelle énorme condensation il faut accepter pour réduire le moment d'inertie à la six-centième partie de ce qu'il eût été dans le cas de l'homogénéité.

» Mais il y a plus : imaginons, comme l'hypothèse la plus simple, que la nébuleuse ait été composée de deux parties homogènes ellipsoïdales, concentriques et semblables; un noyau condensé de rayon équatorial b et de densité ρ, et une atmosphère de rayon extérieur a et de densité σ. Pour le calcul des moments d'inertie, on peut remplacer les couches ellipsoïdales par des couches sphériques de même masse et de même équateur, de sorte que ρ et σ représenteront non les densités réelles, mais celles qu'aurait la matière si elle était dilatée uniformément dans les sphères correspondantes. La masse du système étant connue, on a

$$M = \tfrac{4}{3}\pi\left[\rho b^3 + \sigma(a^3 - b^3)\right] = \tfrac{4}{3}\pi N.$$

» Le moment total des quantités de mouvement $\mathfrak{M}$ est aussi connu :

$$\frac{\mathfrak{M}}{\omega} = I = \frac{8}{15}\pi\left[\rho b^5 + \sigma(a^5 - b^5)\right] = \frac{8}{15}\pi K.$$

» On déduit de ces équations, en posant $\rho - \sigma = \rho'$,

$$(1)\qquad \begin{cases} \rho' b^3 + \sigma a^3 = N, \\ \rho' b^5 + \sigma a^5 = K. \end{cases}$$

» Si l'on suppose a connu, il reste trois quantités b, ρ', σ à déterminer, et l'on n'a que deux équations. Nous profiterons de l'indétermination pour rendre σ maximum. Le maximum de σ correspond au minimum de $\rho' b^3$ qui représente, au facteur $\frac{4}{3}\pi$ près, la masse qui s'est condensée dans le noyau en plus de la masse de même densité que l'atmosphère. Or on tire des équations (1)

$$\rho' b^3 = \frac{N a^2 - K}{a^2 - b^2}.$$

» Le minimum a lieu pour $b = 0$, le noyau est de dimension infiniment petite; mais la densité y est infiniment grande, et la masse condensée est

$$\frac{4}{3}\pi\rho' b^3 = \frac{4}{3}\pi N - \frac{4}{3}\pi\frac{K}{a^2} = M - \frac{4}{3}\pi\frac{K}{a^2}.$$

» Le rapport de la masse atmosphérique à la masse totale serait donc

$$\frac{4}{3}\pi\frac{1}{a^2}\frac{K}{M}.$$

» Or K peut être facilement calculé, à l'époque de l'émission de l'anneau qui a formé Neptune, d'après la valeur numérique déjà trouvée pour $\mathfrak{M}$,

$$2\pi K = \frac{15}{4}\mathfrak{M}\frac{\pi}{\omega} = \frac{15}{4}\frac{2\pi}{\omega} \times 0,00001 = \frac{15}{4} \times 0,60181.$$

A l'origine, la masse de l'atmosphère de la nébuleuse aurait été au plus

$$\frac{4}{3}\pi\frac{K}{a^2} = 0,001666.$$

» Ce résultat dépasse à peine la masse de toutes les planètes réunies, et c'est une limite supérieure. Il faudrait donc que toute l'atmosphère de la nébuleuse se fût successivement réduite en planètes, ce qui est bien difficile à admettre. Il me semble qu'il y a là une difficulté très sérieuse contre la théorie de Laplace. L'hypothèse de masses inconnues considérables dans le système solaire la laisserait subsister tout entière. Elle aurait bien pour effet d'augmenter K à peu près en proportion de la masse totale du système, mais elle augmenterait en même temps, dans le même rapport, la masse dont il faut expliquer la formation.

» D'autre part, il semble difficile qu'on puisse trouver une distribution des densités où les régions superficielles auraient une densité de beaucoup supérieure à celle que nous venons de calculer, sans que le moment d'inertie de la masse totale en fût augmenté. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'erpolodie de Poinsot.* Note de M. DE SPARRE, présentée par M. Hermite.

« En étudiant, il y a deux ans, le beau Mémoire de M. Hermite sur l'équation de Lamé, j'avais remarqué que, par suite d'une faute de signe

qui avait échappé à ce savant géomètre [1], on doit avoir

$$(1)\qquad Q = -\frac{2n^3k'^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{dn}\omega}{i \operatorname{cn}^3\omega} + 3\frac{\delta n^2 k'^2}{\operatorname{cn}^2\omega} + \delta n^2(2k^2 - 1) + \delta^3,$$

au lieu de

$$Q = \frac{2n^3k'^2 \operatorname{sn}\omega \operatorname{dn}\omega}{i \operatorname{cn}^3\omega} + 3\frac{\delta n^2 k'^2}{\operatorname{cn}^2\omega} + \delta n^2(2k^2 - 1) + \delta^3,$$

valeur donnée par M. Hermite.

» En réduisant la valeur (1) de Q, on en déduit

$$Q = \delta(\beta\gamma + \alpha\gamma + \alpha\beta) - 2\alpha\beta\gamma.$$

Mais, d'autre part, l'équation qui détermine les points stationnaires est [2]

$$\operatorname{sn}^2 u = \frac{\beta(n^2k^2 \operatorname{cn}^2\omega + \beta^2 \operatorname{dn}^2\omega)}{k^2 Q \operatorname{cn}^2\omega},$$

qui devient, en réduisant,

$$(2)\qquad \operatorname{sn}^2 u = \beta\frac{\delta - \alpha}{\beta - \alpha}\,\frac{\beta\gamma + \alpha\beta - \alpha\gamma}{\delta(\beta\gamma + \alpha\gamma + \alpha\beta) - 2\alpha\beta\gamma}.$$

» Mais, avant d'aller plus loin, remarquons de suite que des équations

$$\alpha = \frac{1}{A},\quad \beta = \frac{1}{B},\quad \gamma = \frac{1}{C},$$

où A, B, C sont les moments d'inertie principaux, on déduit

$$\beta\gamma + \alpha\gamma - \alpha\beta > 0,\quad \gamma\alpha + \beta\alpha - \beta\gamma > 0,\quad \alpha\beta + \gamma\beta - \gamma\alpha > 0.$$

Or la formule (2) peut s'écrire de l'une des deux manières suivantes :

$$\operatorname{sn}^2 u = \beta\frac{\delta - \alpha}{\beta - \alpha}\,\frac{\alpha\beta + \beta\gamma - \alpha\gamma}{\delta(\alpha\gamma + \alpha\beta - \beta\gamma) + 2\beta\gamma(\delta - \alpha)},$$

$$\operatorname{sn}^2 u = \beta\frac{\delta - \alpha}{\beta - \alpha}\,\frac{\alpha\beta + \beta\gamma - \alpha\gamma}{\delta(\beta\gamma + \alpha\gamma - \alpha\beta) + 2\alpha\beta(\delta - \gamma)},$$

et, comme on a soit

$$\alpha < \beta < \delta < \gamma,$$

soit

$$\alpha > \beta > \delta > \gamma,$$

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVI, p. 275.

(2) *Idem*, t. LXXXVI, p. 277.

il en résulte que, dans tous les cas, la valeur de $\text{sn}^2 u$, donnée par la formule (2), est positive.

» Mais, d'autre part, de cette même formule (2) on déduit, pour $\text{sn}^2 u - 1$, l'une des deux expressions suivantes :

$$\text{sn}^2 u - 1 = \alpha \frac{\delta - \beta}{\beta - \alpha} \frac{\alpha\gamma + \alpha\beta - \beta\gamma}{\delta(\alpha\gamma + \alpha\beta - \beta\gamma) + 2\beta\gamma(\delta - \alpha)}$$

ou

$$\text{sn}^2 u - 1 = \alpha \frac{\delta - \beta}{\beta - \alpha} \frac{\alpha\gamma + \alpha\beta - \beta\gamma}{\delta(\beta\gamma + \alpha\gamma - \alpha\beta) + 2\alpha\beta(\delta - \gamma)},$$

et, sous ces formes, on voit que la valeur de $\text{sn}^2 u$, fournie par la formule (2), c'est-à-dire celle qui correspond aux points stationnaires, est toujours plus grande que un et, par suite, la valeur correspondante de u imaginaire.

» On conclut donc de là que les points stationnaires ne sont jamais réels.

» L'importance de ce résultat, au point de vue mécanique, m'a engagé à en chercher une démonstration indépendante de l'étude de l'équation de Lamé.

» C'est le but que j'ai atteint dans un Mémoire qui doit paraître dans les *Annales de la Société scientifique de Bruxelles*, où j'en trouve une démonstration assez simple pour pouvoir être introduite, je crois, dans l'enseignement supérieur.

» L'erpolodie n'ayant jamais ni points de rebroussement ni points d'inflexion, il en résulte que cette courbe, au lieu d'être ondulée, comme l'avait cru Poinsot et comme la représentent encore les Traités de Mécanique les plus récents, a une forme analogue à celle que décrit la projection horizontale du pendule conique.

» J'établis d'ailleurs, dans mon Mémoire, que l'analogie entre cette dernière courbe et l'erpolodie va plus loin, en ce sens que le mouvement du pôle instantané sur le plan tangent fixe peut être obtenu par la position d'un point qui décrit une courbe fermée, dont les axes font entre eux un angle de 90°, les axes de cette courbe fermée tournant eux-mêmes dans le plan d'un mouvement uniforme.

» Toutefois, tandis que pour le pendule conique les axes tournent toujours dans le sens du mouvement, pour l'erpolodie, les axes tournent, dans un cas, dans le sens du mouvement et, dans l'autre cas, en sens contraire.

» Dans le premier de ces cas, l'angle formé par deux rayons vecteurs maximum et minimum consécutifs est plus grand que 90° pour l'erpolodie

(comme cela a toujours lieu pour le pendule conique); dans le second cas, cet angle peut être plus petit que 90°, mais il est cependant toujours plus grand que

$$\text{arc cos}\,\frac{r}{R},$$

R désignant le rayon vecteur maximum et r le rayon vecteur minimum de l'erpolodie.

» Ce dernier fait résulte immédiatement de ce que l'erpolodie ne doit jamais présenter ni points d'inflexion ni points de rebroussement. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'involution des dimensions supérieures* [1]. Note de MM. **J.-S.** et **M.-N. Vaněček**, présentée par M. Ossian Bonnet.

« 5. Il s'agit de conserver la dénomination usuelle dans l'involution que l'on a traitée jusqu'à présent. Pour cet effet, examinons sous quelles conditions nous obtenons cette involution.

» Quand $\gamma_1 = \theta$, c'est-à-dire quand le lieu (C) est de rang nul ou, en d'autres termes, quand ce lieu devient une courbe fixe C, le lieu (S) détermine sur le support C une involution de $cs^{\text{ième}}$ degré. Le rang du lieu (S) est de même le rang de cette involution.

» Dans le cas où $\sigma_1 = \theta$, nous obtenons l'involution superficielle dont nous avons parlé dans une Note précédente.

» *Le nombre cs de points d'un groupe* sera appelé *le degré de l'involution* aussi dans le cas d'une involution générale.

» Dans le cas général que nous avons traité dans la Note précédente, le lieu (C), ainsi que le lieu (S), peut être regardé comme le support, car le lieu (C) détermine sur le lieu (S) une involution, et *vice versa*.

» Quand nous n'ajouterons aucune remarque, nous regarderons le lieu de rang inférieur comme le support.

» Le rang du lieu du rang supérieur ou, pour abréger, du lieu supérieur, est *le rang de l'involution*.

» La dimension du support est *la dimension de l'involution*. Parce que les deux lieux, étant de dimensions différentes, peuvent être considérés comme les supports; cette involution a deux dimensions, dont une est

$$\sigma_1 + 2$$

---

(1) *Comptes rendus*, séance du 17 novembre 1884.

et l'autre

$$2\gamma_1 + 1;$$

seulement nous disons que *la dimension du lieu de rang inférieur* est *la dimension de l'involution.*

» 6. Examinons encore la quantité d qui est la différence des rangs de deux lieux. Le sens de ce nombre est le suivant.

» Dans chaque groupe nous pouvons prendre arbitrairement dans l'espace autant de points que le rang inférieur contient d'unités. Ces points, pris à volonté, déterminent un élément (courbe ou surface) du lieu correspondant, sur lequel nous pouvons prendre arbitrairement autant de points qu'il en manque à la détermination d'un élément d'autre lieu, ce qui nous donne la quantité d, différence de deux rangs. Nous appellerons ce nombre le *défect de l'involution.*

» Ainsi :

» *La différence des rangs de deux lieux est le défect de l'involution.*

» 7. En réunissant toutes ces propriétés, nous pouvons dire :

» Quand L_1, L_2 sont deux lieux géométriques respectivement de rang λ_1, λ_2, et

$$\lambda_1 = \lambda_2 + d,$$

dont un est le lieu de courbes et l'autre un lieu de surfaces, les éléments de ces lieux étant respectivement d'ordre l_1, l_2,

» *Les lieux* L_1, L_2 *déterminent une involution de* l_1, l_2.

» *Cette involution est de rang* λ_1, *et son défect est* $\lambda_1 - \lambda_2$.

» *Le lieu* L_2 *est le support de l'involution, dont la dimension est égale à la dimension de* L_2.

» *Cette involution jouit de telle propriété, que dans chaque sous-groupe on veut prendre* λ_2 *points arbitraires dans l'espace, et* $\lambda_1 - \lambda_2$ *points arbitraires sur l'élément correspondant du lieu* L_2.

» 8. Nous allons maintenant parler de l'involution des dimensions supérieures dans un plan.

» Soient (C_1), (C_2) deux faisceaux de courbes C_1, C_2 respectivement d'ordre c_1, c_2, dont chacun soit déterminé respectivement par γ_1, γ_2 points. Supposons que le faisceau (C_1) soit donné par $\gamma_1 - \gamma'_1$ points, et le faisceau (C_2) par $\gamma_2 - \gamma'_2$ points, ou, en d'autres termes, que ces faisceaux soient respectivement de rang γ'_1, γ'_2. Supposons de plus que $\gamma'_1 > \gamma'_2$. Le faisceau (C_1) détermine avec le faisceau (C_2) une involution.

» En prenant γ_2 points arbitraires dans le plan, ces points déterminent

dans le faisceau (C_2) une courbe C'_2. Nous pouvons prendre sur cette courbe $\gamma'_1 - \gamma'_2$ autres points arbitraires qui déterminent avec les premiers points une courbe C'_1 dans le faisceau (C_1). Les courbes C'_1, C'_2 se rencontrent en $c_1 c_2 - \gamma'_1$ autres points qui forment, avec tous les points pris à volonté, un groupe de l'involution.

» *Cette involution est de degré $c_1 c_2$, de dimension $\gamma'_2 + 1$ et de rang γ'_1. Son défect est $\gamma'_1 - \gamma'_2$.*

» Quand $\gamma'_2 = \theta$, nous obtenons que le lieu (C_2) est une courbe fixe C_2 de la première dimension; le faisceau (C_1) détermine sur cette courbe une involution du $c_1 c_2^{\text{ième}}$ degré et de rang γ'_1.

» On voit que *cette involution est la même que l'on a traitée jusqu'à présent, et nous pouvons l'appeler* involution de la première dimension.

» Nous pourrions traiter ces cas de la même manière, quand les lieux déterminant l'involution possèdent des points fondamentaux connus, ainsi que les involutions des figures réciproques. »

ÉLECTRICITÉ. — *Machines dynamo-électriques. Confirmations expérimentales des deux réactions en marche : sur les valeurs effectives de la résistance intérieure et du magnétisme inducteur.* Note de M. **G. Cabanellas.**

« Le Tableau suivant a été établi en partant de chiffres d'expériences faites sur une machine Gramme, type A (d'atelier), à électros renforcés, par M. Deprez. La machine était commandée à l'allure fixe de 1110 tours par minute, et des résistances décroissantes avaient été intercalées extérieurement, de façon à donner des courants croissants, depuis 2 ampères jusqu'à 42 ampères inclusivement. Voici les formules justificatives des nombres compris dans les colonnes numérotées de 1 à 16.

» Colonnes 1 : I. — 2 : $F = 2\pi c$. — 3 : $f = \frac{(R_s + \rho) I^2}{g} \times \frac{60}{N}$. — 4 : $\frac{F - f}{F}$. — 5 : $EI = \frac{FNg}{60}$. — 6 : $(R_s + \rho) I^2$. — 7 : Différence de ces deux quantités, D. — 8 et 9 : en volts $\frac{D}{I}$, en ohms $\frac{D}{I^2}$. — 10 : $(R_s + \rho) I$. M. Deprez voit la force électromotrice de la machine dans la quantité calculée par cette formule. — 11 : $E = (R_s + \rho) I + \frac{D}{I}$. — 12 et 13 : en ohms $R = R_s + \frac{D}{I^2}$, en volts RI. — 14 : Fonction déterminante du rendement individuel de la génératrice $m = \frac{E}{RI}$. — 15 : $F_G = \frac{m - 1}{m}$. — 16 : $\frac{EI}{75 g}$.

Tableau numérique confirmant les deux réactions en marche : sur les valeurs effectives de la résistance intérieure et du magnétisme inducteur des machines dynamo-électriques.

Machine Gramme, type A, renforcée, à 1110 tours par minute.

Résistance de l'anneau................ $R_a = 0,145$
Résistance de l'inducteur............. $R_b = 0,195$

Résistance intérieure statique...... $R_s = R_a + R_b = 0,340$

COURANT.	EFFORT à la circonférence unité			PUISSANCE en watts-seconde			ACCROISSEMENT résistant intérieur.		FORCE électromotrice		EFFET résistant intérieur effectif.		FONCTION déter-minante.	RENDEMENT individuel de la machine.	PUISSANCE fournie à la machine.
	mesuré.	calculé.	Différence relative.	fournie à la machine.	employée stati-quement.	en déficit.			calculée.	réelle.					
1	2	3 (1)	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
amp	kg	kg	pour 100	watts	watts	watts	volts	ohms	volts	volts	ohms	volts	nomb. abs.	pour 100	chx
2	0,120	0,0864	28	21	16	$5 = \frac{1}{4}$ EI	2,50	$1,25 = 9,5 R_a$	8	10,5	1,59	3,18	3,3	69	0,03
4	0,400	0,3125	21,8	72	59	$13 = \frac{1}{5}$ EI	3,25	0,81	14,75	18,0	1,15	4,60	3,9	74	0,09
6	0,800	0,650	18,7	144	120	$24 = \frac{1}{6}$ EI	4,60	0,76	20	24,6	1,10	6,60	3,7	73	0,19
8	1,300	1,120	13,85	253	208	$45 = \frac{1}{6}$ EI	5,62	$0,70 = 6 R_a$	26	31,62	1,04	8,32	3,7	73	0,34
10	2,000	1,650	17,50	362	305	$57 = \frac{1}{6}$ EI	5,70	0,57	30,5	36,20	0,91	9,10	3,9	74	0,50
12	2,700	2,270	15,90	490	420	$70 = \frac{1}{7}$ EI	5,80	$0,48 = 4 R_a$	35	40,80	0,82	9,84	4,1	75	0,67
14	3,400	2,830	16,75	617	542	$75 = \frac{1}{8}$ EI	5,36	0,38	38,75	44,11	0,72	10,08	4,3	77	0,84
16	4,200	3,175	24,40	762	680	$82 = \frac{1}{9}$ EI	5,12	0,32	42,50	47,62	0,66	10,56	4,5	77	1,04
18	5,000	4,450	11	907	770	$137 = \frac{1}{7}$ EI	7,61	0,42	42,76	50,37	0,76	13,68	3,7	73	1,23
20	5,800	5,200	10,35	1052	915	$137 = \frac{1}{8}$ EI	6,85	$0,34 = 3 R_a$	45,75	52,60	0,68	13,60	3,8	74	1,43
22	6,800	6,050	11	1234	1122	$112 = \frac{1}{11}$ EI	5,09	0,23 »	51	56,09	0,57	12,54	4,4	77	1,68
24	7,600	6,900	9,20	1379	1278	$101 = \frac{1}{12}$ EI	4,21	$0,18 = 2 R_a$	53,25	57,46	0,52	12,48	4,6	78	1,88
26	8,300	7,700	7,23	1506	1340	$76 = \frac{1}{20}$ EI	2,92	0,11 »	55	57,92	0,45	11,70	4,9	79	2,05
28	9,200	8,500	7,60	1669	1575	$94 = \frac{1}{17}$ EI	3,35	0,12 »	56,25	59,60	0,46	12,88	4,6	78	2,27
30	10,000	9,300	7	1815	1717	$98 = \frac{1}{19}$ EI	3,27	0,11 »	57,25	60,52	0,45	13,50	4,6	78	2,47
32	10,800	10,200	5,55	1960	1863	$97 = \frac{1}{20}$ EI	3,03	0,09 »	58,25	61,28	0,43	13,76	4,6	78	2,66
34	11,800	10,800	8,50	2141	2006	$135 = \frac{1}{18}$ EI	3,69	0,11 »	59	62,69	0,45	15,30	4,0	75	2,91
36	12,600	11,600	8,70	2286	2133	$153 = \frac{1}{18}$ EI	4,26	0,12 »	59,25	63,51	0,46	16,56	4,3	77	3,10
38	13,300	12,200	8,25	2413	2261	$152 = \frac{1}{17}$ EI	4,00	0,10 »	59,50	63,50	0,44	16,72	3,8	74	3,28
40	14,200	12,900	9,15	2567	2380	$187 = \frac{1}{12}$ EI	4,66	0,12 »	59,75	64,41	0,46	18,40	3,5	71	3,49
42	15,100	13,600	9,95	2740	2520	$220 = \frac{1}{11}$ EI	5,24	0,13 »	60	65,24	0,47	19,74	3,8	73	3,72

(1) Cette colonne porte $\frac{EI}{g} \times \frac{60}{N}$ dans le Tableau de M. Deprez, mais le E de M. Deprez n'étant pas la force électromotrice vraie, nous avons préféré mettre à sa place l'expression qui lui a servi à calculer cet E.

» Ce Tableau numérique possède une valeur probante toute particulière, parce qu'il résulte rigoureusement des mesures électriques et mécaniques prises par M. Marcel Deprez pendant la marche de la dynamo dont les électros étaient équilibrés sur couteaux, de façon à permettre les pesées électromagnétiques directes. Il ne peut donc subsister aucune indécision sur les valeurs attribuées aux *déficits* et aux forces électromotrices *réelles* (¹).

» Le Tableau confirme la réalité des deux effets secondaires si importants que nous avons eu l'honneur de signaler et de mesurer : l'accroissement de la résistance intérieure effective, qu'on veuille la représenter par un nombre d'ohms ou de volts, colonnes 8 ou 9, et l'accroissement du champ magnétique en marche par rapport au champ statique à mêmes courants, colonne 4. L'examen détaillé des fluctuations montre à quel point les phénomènes intervenant sont intimement complexes; c'est une preuve *a posteriori* de l'intérêt qu'il y avait à considérer et mettre en lumière, dès l'origine de nos recherches, les deux dominantes qui caractérisent incontestablement l'ensemble des réactions multiples d'ordres magnétiques, électrodynamiques, électrostatiques, dont nous avons signalé quelques-unes, nous gardant bien d'affirmer que la liste en devait être close.

» Il est nécessaire de faire observer que l'auteur précité, calculant E par la formule $E = (R_s + \rho)I$, trouve naturellement un F plus petit que la réalité avec l'expression $F = \frac{EI}{Vg}$; le Tableau prouve en effet que E est plus grand que $(R_s + \rho)I$. C'est pour cette raison simple que le calcul lui donne un F plus petit que la valeur réelle mesurée par pesée directe en marche.

» L'auteur, remarquant que ces valeurs, qui sont trop petites, s'écartent peu des efforts mesurés la machine stoppée, sous les mêmes courants, y voit une vérification de la théorie électrique des machines. Ce ne serait pourtant, tout au plus, qu'une concordance qui prouverait que, dans la machine essayée, la force du champ magnétique est plus grande en marche qu'au repos, à ces mêmes I, et que cette diminution arbitraire introduite par le calcul $F = (R_s + \rho)\frac{I^2}{Vg}$, laquelle dépend du déficit D et a pour valeur

---

(¹) *Lumière électrique*, 5 janvier 1884, p. 43. Nos colonnes 1, 10, 2 sont les colonnes 1, 2, 4 de M. Deprez. Les seize colonnes de notre Tableau portent, en tête, respectivement les indications explicites et les renvois aux formules dont elles sont les expressions numériques. Les seules quantités non définies sont c, couple *dynamique*, produit de l'effort en kilogrammes par le bras du levier en mètres; R_s, résistance intérieure mesurée statiquement (au repos); ρ, résistances extérieures statiques, conducteurs inertes; N, nombre de révolutions par minute.

$\Delta F = \frac{D}{Vg}$ kilogrammes, concorderait à peu près avec l'augmentation fonction de l'accroissement du champ magnétique en marche.

» Mais supposons que l'auteur prenne les mêmes mesures et fasse les mêmes calculs avec une machine *compensée*, établie de façon que le champ magnétique n'augmente pas pendant la marche, à partir d'un certain courant, comme cela est possible, ainsi que nous l'avons montré, en proportionnant convenablement la circulation inductrice à la masse magnétique, en sorte qu'elle soit suffisamment saturée au repos : une telle machine n'aura pas moins son déficit, et, par conséquent, $F = (R_s + \rho)\frac{I^2}{Vg}$ sera toujours trop petit. Il en résultera que le F calculé par cette formule ne concordera plus avec F au repos, qui, ici, sera égal à F en marche.

» La colonne 4 montre que, si les efforts calculés par la formule $f = \frac{(R_s + \rho)I^2}{g} \times \frac{60}{N}$ différaient peu, comme l'affirme l'auteur, des efforts mesurés statiquement, les F ne seraient pas toujours supérieurs aux efforts statiques de 7 *à* 10 *pour* 100 *seulement*, puisque, dans la première moitié du Tableau, $\frac{F - f}{F}$ varie de 10 à 28 pour 100. On peut y voir une vérification de ce fait, indiqué par nous, que l'action relative doit être d'autant plus grande que la masse est moins spécifiquement magnétisée et par conséquent plus influençable. »

CHIMIE. — *Action de l'eau sur les sels doubles.* Note de M. **F.-M. Raoult**, présentée par M. Berthelot.

« Les sels doubles, dont je m'occupe ici, sont ceux qui renferment plus d'une molécule d'acide, et que l'on peut considérer comme formés par l'union de deux sels simples de même genre. Dans le Tableau ci-après, A désigne l'abaissement du point de congélation produit dans 100^{gr} d'eau par une molécule de sel double, et S est la somme des abaissements produits séparément dans 100^{gr} d'eau par les différentes molécules des sels constituants.

Formules des sels doubles (H = 1, O = 16).	A.	S.
$K^2, SO^4 + MgSO^4$	57,7	58,2
$K^2, SO^4 + Zn, SO^4$	58,1	57,2
$K^2, SO^5 + Fe, SO^4$	56,5	58,0

Formules des sels doubles ($H = 1$, $O = 16$).	A.	S.
$K^2, SO^4 + Cu, SO^4$	58,3	57,0
$K^2, SO^4 + Al^2, 3SO^4$	82,4	83,4
$K^2, SO^4 + Fe^2, 3SO^4$	85,0	82,1
$K^2, SO^4 + Cr^2, 3SO^4$	83,2	84,4
$2(KCl) + MgCl^2$	117,2	116,0
$2(KCl) + CuCl^2$	116,8	115,6
$2(AmCl) + HgCl^2$	68,4	90,1
$2(NaCl) + PtCl^4$	54,2	96,3
$2(KI) + HgI^2$	50,8	90,0 (?)
$2(KCy) + HgCy^2$	57,3	81,9
$KCy + AgCy$	31,1	66,0 (?)

» On remarque que les cinq derniers sels doubles du Tableau précédent produisent un abaissement moléculaire de congélation A très inférieur à la somme S des abaissements des sels constituants. Il faut en conclure qu'ils ne sont pas entièrement décomposés par l'eau; en effet, quand la séparation des sels constituants est complète, l'abaissement de la congélation produit par un sel double est nécessairement égal à la somme des abaissements partiels des sels simples résultant de sa décomposition. Parmi ces sels doubles, il en est trois dont la chaleur de formation a été mesurée par M. Berthelot : ce sont les cyanures de potassium et d'argent, de potassium et de mercure, et l'iodure double de potassium et de mercure KI, HgI^2. La chaleur dégagée est considérable et explique leur stabilité. Le chlorure double de potassium et de mercure est formé aussi avec dégagement de chaleur, même en dissolution.

» Le Tableau ci-dessus montre encore que beaucoup de sels doubles, particulièrement les aluns, les sulfates doubles et les chlorures doubles des bases magnésiennes, produisent des abaissements A du point de congélation qui sont, à $\frac{1}{60}$ près, égaux à la somme S des abaissements des sels simples qui les constituent. Ces sortes de sels se comportent donc comme si les sels simples constituants, au lieu d'être combinés, étaient simplement mélangés dans le liquide. La Thermochimie démontre qu'il en est réellement ainsi. Il résulte, en effet, des expériences de Graham, de Thomsen, de Favre et Valson, que les sulfates doubles des bases magnésiennes et les aluns sont formés avec un dégagement de chaleur extrêmement faible. « Le mélange des dissolutions des sels séparés donne lieu seulement à des effets thermiques très petits et dont la discussion n'a pas encore été faite. Mais tout nous indique que les sels doubles formés avec de faibles dégagements

» de chaleur doivent être regardés comme séparés en majeure partie dans » leurs composants par l'action de l'eau. » (BERTHELOT, *Méc. chim.*, t. II, p. 324.)

» Donc, *suivant que l'abaissement du point de congélation d'un sel double, dissous dans l'eau, est égal ou inférieur à la somme des abaissements partiels des sels simples constituants, on peut affirmer que le sel double est ou n'est pas entièrement scindé en ses deux générateurs.*

» Il est possible d'aller plus loin et de dire quelle est la proportion de sel double ainsi décomposée par l'eau. Il suffit, pour cela, d'admettre que l'abaissement moléculaire d'un sel double est égal à l'abaissement moléculaire moyen des sels de potasse, qui renferment le même nombre d'atomes de métal alcalin dans leur molécule, chose probable, *a priori*, et qui est vérifiée pour le cyanure double de potassium et d'argent, dont la stabilité dans l'eau est hors de doute. Au moyen de cette hypothèse, et en appliquant les méthodes que j'ai décrites ailleurs (*Comptes rendus*, 26 février 1883, et *Annales de Chimie et de Physique*, 1884), on trouve les nombres suivants :

	Fraction de molécule de sel double décomposée par l'eau.
$KCy + AgCy$ (eau $= 2^{lit}$)	0,00
$2(KCy) + HgCy^2$ (eau $= 10^{lit}$)	0,38
$2(KI) + HgI^2$ (eau $= 4^{lit}$)	0,38 (1)
$2(AmCl) + HgCl^2$ (eau $= 10^{lit}$)	0,59
$2(NaCl) + PtCl^4$ (eau $= 4^{lit}$)	0,26
$2(KCl) + MgCl^2$ et chlorures analogues	1,00
$K^2, SO^4 + Mg, SO^4$ et sulfates analogues	1,00
$K^2, SO^4 + Al^2, 3SO^4$ et autres aluns	1,00

» Tous ces résultats sont conformes à ce qu'il était permis de conjecturer d'après les faits antérieurement connus. »

---

(1) La décomposition de ce sel, au degré de dilution indiqué, a sensiblement lieu d'après la formule suivante :

$$3(K^2I^2, HgI^2) = 2(K^2I^2, HgI^2) + KI, HgI^2 + KI.$$

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la composition des produits gazeux de la combustion de la pyrite.* Note de M. SCHEURER-KESTNER, présentée par M. Friedel.

« En 1875, j'ai appelé l'attention des chimistes sur le déficit d'oxygène présenté par les gaz qui se dégagent des fours à pyrite ([1]). J'ai démontré qu'il était dû, pour une partie au moins, à la formation d'anhydride sulfurique; mais il y avait un grand écart entre l'anhydride dosé et celui qui aurait dû exister suivant le déficit d'oxygène. Mes expériences ne m'avaient donné que 2 à 3 pour 100 d'anhydride ([2]), tandis que les analyses des gaz conduisaient à un nombre dix fois plus considérable; c'est pour cette raison que je dis que mes expériences de 1875 ont démontré que le déficit d'oxygène est dû, *pour une partie seulement*, à la formation de l'anhydride, quoiqu'il ait paru impossible de l'attribuer à une cause différente. Mais la démonstration n'ayant pas été complète, il restait à donner la preuve qu'il en est réellement ainsi. C'est ce que je me propose de faire, en me basant sur de nouvelles expériences entreprises dans de meilleures conditions.

» Le petit nombre d'analyses qui ont été publiées présentent le même caractère que les miennes; l'oxygène est en déficit : l'air, en traversant les couches de pyrite portées au rouge, y laisse une certaine quantité d'oxygène combiné avec le fer; le calcul permet de la déterminer avec exactitude; lorsqu'il se dégage des fours, il devrait renfermer tout l'oxygène contenu primitivement dans l'air, soit à l'état libre, soit sous forme d'acide sulfureux, moins celui qui s'est fixé sur le fer. Mais toutes les analyses dénotent un déficit d'oxygène, plus ou moins considérable, très variable d'une analyse à l'autre et souvent hors de proportion avec la vraisemblance.

» Dans mes expériences de 1875, je n'avais pas eu la précaution de soumettre la même prise d'essai à l'analyse et au dosage de l'anhydride. J'avais comparé la composition des produits gazeux aux résultats obtenus, en dosant l'anhydride dans des gaz provenant de prises d'essai différentes. Or, comme j'ai reconnu plus tard que la production de l'anhydride est des plus variables, le hasard seul pouvait conduire à des résultats concor-

---

([1]) *Comptes rendus*, 10 mai 1875.

([2]) Je calcule toujours l'anhydride proportionnellement au soufre brûlé.

dants, et j'ai cherché à recueillir un volume gazeux dans lequel il soit possible de déterminer tous les éléments. La variabilité même de la composition de ces gaz m'engageait à faire des prises d'essai de longue durée, afin d'obtenir des moyennes; j'ai mis en pratique les principes que j'ai appliqués autrefois à l'étude des produits gazeux de la combustion de la houille ([1]). A cet effet, j'ai employé un gazomètre en verre, rempli d'eau recouverte d'une épaisse couche d'huile. Sa contenance est de douze litres; il est muni d'un siphon dont la longue branche est terminée par un tube de caoutchouc avec robinet à vis qui permet de régler l'écoulement de l'eau et par conséquent l'aspiration du gaz. Le gaz puisé dans le canal qui relie les fours aux autres appareils traverse une dissolution d'iode, puis un flacon renfermant une dissolution de chlorure de baryum, destinés à recueillir les dernières traces d'acide sulfurique. J'emploie de 500^{cc} à 1000^{cc} de dissolution d'iode renfermant $12^{gr},700$ d'iode par litre, comme, du reste, je l'ai fait déjà en 1875. On arrête l'aspiration lorsque la dissolution d'iode est décolorée. Le gaz recueilli, dont le volume est connu, est soumis à l'analyse afin d'y doser l'oxygène, et la liqueur iodée sert à la détermination de l'acide sulfurique, dont une partie, donnée par le titre, provient de l'oxydation de l'acide sulfureux par l'iode, et dont l'autre provient de l'anhydride qui s'est formé pendant la combustion de la pyrite. On obtient ainsi tous les éléments nécessaires pour le calcul de la composition du gaz qui a été aspiré et de l'anhydride qu'il renfermait. Je donne dans mon Mémoire tous les détails des analyses et des calculs.

» Mes expériences m'ont donné des nombres variant encore, quant à la quantité d'anhydride renfermé dans les produits gazeux, mais concordants entre leur composition et l'anhydride. Le déficit d'oxygène représente la quantité de ce gaz qui a été consommé par l'acide sulfureux pour se transformer en acide sulfurique; du moins la concordance est-elle suffisante pour que la démonstration soit faite, car, dans des opérations aussi délicates, les limites d'erreur sont assez grandes.

» Voici, comme exemple, deux analyses faites sur des gaz qui provenaient, pour la première d'une aspiration de cinq heures et demie, et pour la seconde d'une aspiration de sept heures. Je donne sous le nom de *composition théorique* la composition calculée sur l'acide sulfureux, sans formation d'anhydride :

([1]) *Comptes rendus*, 1868.

	I.		II.	
	Trouvé.	Théorie.	Trouvé.	Théorie.
SO^2	7,29	7,29	7,49	7,49
O	10,34	11,54	10,69	11,28
Az	82,37	81,17	81,82	81,23
	100,00	100,00	100,00	100,00

» La première présente un déficit d'oxygène de 1,20, et la seconde de 0,59, correspondant à 0,639 et 0,314 d'anhydride, ou 8,76 pour 100 et 3 pour 100 de l'acide sulfureux.

» Le dosage direct de l'anhydride condensé dans la dissolution titrée d'iode a donné 9,37 pour la première analyse, 3,1 pour la seconde, c'est-à-dire des nombres assez rapprochés de ceux calculés sur le déficit d'oxygène. Il n'est guère possible d'espérer obtenir des résultats plus concordants dans des expériences de ce genre, où les limites des erreurs sont assez grandes. Du reste, la quantité d'anhydride trouvée directement dépasse, dans les deux cas, celle calculée sur le déficit d'oxygène.

» Sur quinze dosages d'anhydride opérés dans les mêmes conditions, mais avec des prises d'essai plus ou moins longues et variant de quarante-cinq minutes à sept heures de durée, je n'ai constaté l'absence de l'anhydride que dans deux expériences, de courte durée toutes les deux, tandis que les treize autres ont donné des résultats variant de 0,1 à 8,5 pour 100, sans qu'il paraisse y avoir de relation entre cette proportion et la durée de l'expérience.

» Une fois que les appareils sont montés, les dosages sont très faciles à faire. Il n'est pas nécessaire de précipiter l'acide sulfurique de la liqueur iodée par le chlorure de baryum et de peser le sulfate de baryum. La titration de la liqueur suffit, à condition qu'elle soit faite dans des conditions d'exactitude assez grande pour que l'erreur sur le point de saturation ne dépasse pas $\frac{1}{10}$ de centimètre cube. On sait combien est lente l'hydratation et la condensation de l'anhydride sulfurique lorsqu'on le met, à l'état de vapeur très diluée, en présence de l'air humide ou même saturé de vapeur d'eau. Il est évident que sa présence dans les produits gazeux qui alimentent les chambres de plomb est une des causes qui rendent la condensation de l'acide sulfurique préparé par les pyrites plus difficile que celle de l'acide préparé par le soufre; l'influence si favorable de la tour de Glover, qui retient l'anhydride, doit très probablement être attribuée à la disparition de ce corps dans les gaz qui pénètrent dans les chambres de plomb, comme je le montrerai prochainement. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la culture des betteraves à sucre.* Note de M. P.-P. Dehérain, présentée par M. Schlœsing.

« Lorsque, dans le nord de la France, l'assolement alterne a été substitué au vieil assolement triennal, on a considéré comme une règle de placer en tête de la rotation, sur la fumure de fumier de ferme, une plante sarclée qui est habituellement la betterave.

» On propose aujourd'hui d'agir autrement : on assure qu'en Allemagne, où la culture de la betterave à sucre a pris depuis quelques années un énorme développement, on a trouvé avantageux de mettre le blé en tête de la rotation, sur la fumure, et de rejeter les betteraves à la seconde année, en soutenant seulement leur végétation par des engrais salins.

» Les inconvénients de ce système sont évidents : on sait que les fumures copieuses exposent le blé à verser; on sait, en outre, qu'une culture de céréales est difficile à délivrer des plantes adventives dont les graines sont amenées par le fumier, et l'on ne concevrait pas qu'on se décidât à braver ces inconvénients si l'on n'y était poussé par de sérieuses raisons.

» En Allemagne, depuis longtemps déjà, l'impôt qui pèse sur l'industrie sucrière est perçu sur la betterave au moment où elle pénètre à l'usine : c'est ce même mode de perception qui est déjà appliqué cette année à un certain nombre de nos usines. Or, on sait aujourd'hui, et les travaux que nous avons publiés, M. Fremy et moi ([1]), il y a une dizaine d'années, ont contribué à l'établir, que les betteraves qui reçoivent d'abondantes fumures s'enrichissent en azote et s'appauvrissent en sucre. Les fabricants payant l'impôt sur la betterave ont le plus grand intérêt à obtenir des racines riches en sucre, et c'est précisément pour éviter l'appauvrissement qui suit l'emploi des fortes fumures de fumier de ferme qu'ils ont jugé utile de conseiller aux cultivateurs de ne plus mettre les betteraves en tête de la rotation, sur la sole fumée.

» Si l'abondance des engrais azotés influe sur la richesse des betteraves, cette influence est très variable avec la race cultivée, et les expériences que nous avons exécutées, M. Fremy et moi, nous ont fait voir qu'on pouvait

---

([1]) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 778, 1875; t. LXXXII, p. 493, 1876.

obtenir encore d'excellentes betteraves, même avec de fortes fumures, à la condition de bien choisir les graines.

» Avant donc d'appuyer une modification importante dans les règles de culture généralement adoptées, j'ai voulu reconnaître si le fumier de ferme, et d'une façon générale les engrais renfermant de l'azote engagé dans une combinaison organique, exerceraient une influence aussi fâcheuse qu'on le prétend actuellement, et les parcelles du champ d'expériences de Grignon ont reçu cette année, soit du fumier à la dose de 40 000^{kg}, soit des doses plus faibles additionnées d'azotate de soude, soit des engrais commerciaux riches en azote, débris de viande, corne, azotine, soit enfin des engrais salins, pour reconnaître si ces derniers présentaient la supériorité marquée qu'on tend à leur attribuer.

» On a semé des graines appartenant à la variété améliorée par MM. Vilmorin; la récolte a eu lieu au mois d'octobre et a fourni des racines d'une richesse exceptionnelle, qui n'a pas varié avec la fumure.

» Les betteraves de la parcelle sans engrais renfermaient en moyenne 19 de sucre dans 100 de jus, et l'on a trouvé exactement le même chiffre pour celles qui ont été recueillies sur le sol qui avait reçu 40 000^{kg} de fumier; les autres engrais n'ont pas fourni de betteraves moins riches que les précédentes.

» Sur 64 betteraves analysées séparément, on en a trouvé 10 qui renfermaient plus de 20 pour 100 de sucre; 23 en contenaient de 19 à 20, 4 de 18 à 19, 12 de 17 à 18 et 5 seulement de 16 à 17.

» Pour s'assurer, au reste, de la richesse générale des betteraves, on a procédé à une seconde série d'analyses; les racines ont donné des chiffres compris entre 21 et 16 de sucre pour 100 de jus, avec des densités comprises entre 11 et 8.

» En général, les betteraves très riches sont d'un poids minime. Il n'en a pas été ainsi cette année : on a trouvé une richesse égale aux betteraves de 600^{gr} à 700^{gr} et à celles qui ne pesaient que 250^{gr} à 300^{gr}.

» La valeur de la récolte aurait été très élevée, en effet, en calculant le prix des betteraves d'après les conventions habituellement en usage : on en trouve de 33^{fr} à 35^{fr} la tonne; or, tandis que la parcelle sans engrais fournissait 29 700^{kg} à l'hectare, qu'on obtenait 35 000^{kg} avec le fumier, on atteignait 38 000^{kg}, 39 000^{kg} et 43 000^{kg} quand le fumier était additionné d'azotate de soude.

» En réduisant le prix des betteraves à 30^{fr}, la moyenne des rendements à 35 000^{kg}, on aurait pour la récolte d'un hectare 1050^{fr}, qui dépasse de

beaucoup le chiffre de 700fr, qui est considéré comme la limite inférieure au-dessous de laquelle le cultivateur de betteraves n'a plus de bénéfices.

» Si les betteraves améliorées par MM. Vilmorin sont peu sensibles à l'action des engrais, elles me paraissent l'être davantage à celle des saisons. En 1876, je les ai cultivées à Grignon sans grand succès : elles ne renfermaient en moyenne que 13 pour 100 de sucre; en 1877, au contraire, elles ont présenté une richesse analogue à celle de 1884 (1).

» On sait qu'une des causes qui influent davantage sur la richesse en sucre des betteraves est la poussée tardive de jeunes feuilles qui utilisent pour leur développement le sucre déjà accumulé dans la racine; en consultant les registres météorologiques de Grignon, j'ai reconnu que si le dernier mois de végétation est chaud et humide, la betterave continue à végéter, et elle est pauvre en sucre, mais si au contraire ce dernier mois est sec, que la hauteur de pluie ne soit pendant cette période que 11mm,47, comme en 1877, ou 9mm,5, comme en 1884, les betteraves sont de bonne qualité.

» Je crois que, dans les conditions difficiles où se trouve aujourd'hui la sucrerie française, il n'était pas inutile de montrer qu'en choisissant judicieusement la graine, ainsi que M. Peligot le recommande depuis si longtemps, on peut, en conservant l'assolement adopté dans le nord de la France, obtenir des betteraves qui assurent une large rémunération au cultivateur et au fabricant. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur le développement, en France, des Nématodes de la betterave pendant la campagne de* 1884. Note de M. **Aimé Girard**.

« Le rendement cultural de la betterave à sucre a subi, en 1884, un déficit qu'en général on évalue à 20 pour 100 du poids des racines. En quelques régions, en outre, on a vu ce déficit s'accompagner d'une diminution de richesse saccharine qui, dans le Nord par exemple, s'est élevée à 12 ou 14 pour 100. Pour expliquer ces fâcheux résultats, diverses causes ont été invoquées, notamment la sécheresse des mois de juillet et de septembre, l'abondance des myriapodes et des vers gris; mais, à côté de ces causes, il en est une autre, plus grave certainement, qui n'a pas été signalée jusqu'ici.

» Cette cause, c'est le développement, dans quelques-unes de nos cul-

(1) *Annales agronomiques*, t. III, p. 74; t. IV, p. 129.

tures tout au moins, d'un parasite de la betterave, le Nématode ou *Heteredora Schachtii*, qui, depuis une douzaine d'années, ravage les cultures de la Saxe, sur lequel M. le professeur Kuehn, de Halle, a publié d'importants travaux, et dont un jeune naturaliste, M. Schribaux, nous a fait connaître, en 1882, les mœurs et la désastreuse influence.

» A l'état d'anguillules agiles, mesurant environ $\frac{3}{10}$ de millimètre de longueur, les Nématodes attaquent les radicelles, se logent sous leur écorce, la soulèvent, la font éclater et, sur place, fixés par leur suçoir, vivant aux dépens de la sève, se transforme peu à peu en sacs, ayant l'apparence d'un citron, remplis d'œufs et mesurant environ 1^{mm} de diamètre. Accumulés sur les radicelles, ces petits sacs, d'un blanc laiteux, aisément visibles à l'œil nu, y forment souvent de véritables chapelets.

» Peut-être les Nématodes existent-ils depuis longtemps dans le sol de notre pays; mais, s'il en est ainsi, ils n'y avaient pas certainement rencontré jusqu'ici des conditions favorables à leur développement; jusqu'ici, en effet, à ma connaissance du moins, aucune constatation n'avait été faite d'accidents culturaux qu'on leur pût attribuer.

» C'est à la ferme de la Faisanderie, à Joinville (Seine), que j'ai, pour la première fois, constaté la présence des Nématodes. En récoltant le chevelu de betteraves développées dans un terrain intentionnellement ameubli, je les ai vus, jusqu'à 1^{m} de profondeur, couvrir les radicelles de véritables légions. A la même date, les feuilles de ces betteraves, jusqu'alors vivaces, se flétrissaient tout d'un coup, jaunissaient, se piquaient de taches de rouille, et bientôt, devenues toutes noires, s'affaissaient sur le sol.

» Cette apparition des Nématodes n'était pas un accident local; vers le milieu de septembre, engagé par M. S. Tétard, de Gonesse (Seine-et-Oise), à visiter des champs de betteraves sur lesquels une maladie jusqu'alors inconnue venait de se manifester, je retrouvais, dans deux pièces éloignées l'une de l'autre, les caractères essentiels de la maladie nématodique. Au milieu de ces pièces se montraient, tout analogues aux taches phylloxériques de nos vignobles, de grandes taches circulaires de 10 à 20 ares chacune, sur lesquelles les pieds de betteraves ne se reconnaissaient plus qu'à la présence de petits tas de feuilles mortes, noircies et étendues sur le sol. En arrachant quelques-uns de ces pieds, j'ai pu, sur place, avec l'aide de mon ancien élève, M. F. Tétard, retrouver sur les radicelles les chapelets de Nématodes. Peu de temps après, je les retrouvai encore sur des betteraves arrachées à Mortières (Seine-et-Oise).

» A la fin de septembre enfin, parcourant, sur l'invitation de M. le Direc-

teur de l'Agriculture, auquel j'avais communiqué ces observations, la région betteravière comprise entre Lille et Seclin, je constatai que dans le Nord, comme en Seine-et-Oise, les Nématodes avaient apparu ou s'étaient développé, cette année, et avaient certainement contribué à l'abaissement en poids et en richesse saccharine de la récolte de 1884. Sur la moitié environ des betteraves arrachées par moi dans cette région, j'ai trouvé des Nématodes à divers états de développement. A Seclin, même, j'ai rencontré quelques taches caractéristiques analogues aux taches que j'avais observées à Gonesse.

» Dans diverses localités de Seine-et-Marne au contraire, vers la fin de septembre, la recherche des Nématodes ne m'a donné aucun résultat positif.

» Pour faire apprécier l'influence que le parasitisme des Nématodes exerce sur la richesse saccharine des betteraves, je citerai quelques chiffres.

» A Gonesse, sur les betteraves provenant des taches nématodées, l'analyse a accusé des teneurs en sucre de : 8,29, 7,88, 6,32, 5,98 et même 3,92 pour 100, alors que, dans des pièces voisines, les mêmes betteraves titraient 12 à 13 pour 100.

» A Joinville, des betteraves allemandes qui, au milieu d'août, titraient 14 à 15 pour 100, ne titraient plus le 1er octobre que 12,52; des betteraves (Vilmorin améliorées) dont M. Peligot avait lui-même récolté la graine, qui, le 20 août, titraient 14,5 en moyenne, ne titraient plus que 12,40 le 19 septembre, que 11,5 le 1er octobre; enfin les betteraves (Brabant) sur lesquelles j'avais, le 22 août, constaté pour la première fois la présence des Nématodes, dont la richesse était alors de 8,18 pour 100, ne titraient plus que 7,15 le 5 septembre, 5,72 le 19 septembre, et enfin 5,25 le 4 octobre, alors qu'à côté, dans une pièce épargnée par les Nématodes, leur richesse s'élevait à 12,15 pour 100.

» C'est donc un fait certain qu'en 1884 les Nématodes, ou bien ont atteint certaines régions de la culture française, ou bien s'y sont développés dans une proportion jusqu'alors inconnue. C'est en face d'un danger qu'il serait puéril de méconnaître que l'une ou l'autre hypothèse nous place, mais ce danger, ce serait une puérilité également que de l'exagérer. Il n'en est pas, en effet, de la betterave comme de la vigne : l'alternance de la culture, la possibilité de modifier l'assolement mettent à notre disposition des ressources que la viticulture n'a pas.

» La destruction des Nématodes, d'ailleurs, est, je crois, plus aisée qu'on

ne le croit en Saxe. Touchées sous le microscope, avec une goutte d'eau battue, comme l'a conseillé M. Peligot, au contact de sulfure de carbone, les anguillules les plus agiles périssent rapidement. Déjà M. Kuehn, en faisant subir aux terres nématodées un traitement modéré ($0^{gr},040$ de sulfure par kilogramme de terre) avait vu les Nématodes diminuer notablement. Augmenter ces faibles proportions, pour appliquer un traitement énergique aux taches nématodées, aussitôt qu'elles sont reconnues, dût-on, sur ces taches, causer la mort de la betterave, est donc un moyen qui s'indique aussitôt. Ce moyen, je me propose de l'appliquer aux carrés d'expériences que les Nématodes ont envahi à Joinville, comme aussi aux pièces nématodées de Gonesse que M. Tétard a bien voulu libéralement, et dans un but d'utilité générale, laisser à ma disposition. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la formation des acides végétaux en combinaison avec les bases potasse et chaux, des matières azotées et du nitrate de potasse dans la végétation des plantes sucrées, betteraves et maïs.* Note de M. **H. Leplay.** (Extrait.)

« Le 23 juin dernier, M. Berthelot a commencé la publication de « Recherches sur la végétation » effectuées à la station de Chimie végétale de Meudon; les résultats en ont été publiés dans des Notes successives, insérées aux *Comptes rendus* jusqu'au 27 octobre dernier, par MM. Berthelot et André [1].

Dans ces Notes, MM. Berthelot et André ont déterminé, dans les différentes parties des plantes sur lesquelles ont porté leurs analyses, particulièrement la bourrache et les amarantes, la présence et les quantités d'azotate de potasse, des bases potasse et chaux en combinaison avec les acides végétaux, des principes hydrocarbonés ternaires et des matières azotées; ils arrivent à cette conclusion :

« Que le salpêtre est formé dans le végétal, au moins dans les plantes riches; que la formation des nitrates dans les plantes semble résulter de l'exercice spécial d'une fonction plus générale des cellules, celle qui donne lieu aux oxydations, c'est-à-dire celle même qui produit l'acide carbonique, les carbonates, les acides oxalique, tartrique, malique, citrique et autres acides suroxygénés.

---

(1) *Comptes rendus*, séances des 23 juin, 25 août; 1er, 8, 22, 29 septembre; 6, 13, 27 octobre 1884.

» Je prie l'Académie de me permettre de rappeler, à ce propos, les Mémoires successifs que je lui ai présentés en 1882 et dans lesquels se trouvent établis les principaux faits signalés par MM. Berthelot et André, et entre autres la formation de l'azotate de potasse comme conséquence forcée de la formation des acides végétaux en combinaison avec les bases potasse et chaux, des principes hydrocarbonatés, sucre et tissus, et des matières azotées, principalement de l'albumine ([1]).

» Ces études sur la végétation des plantes sucrées, faites surtout en vue d'être utiles aux industries du sucre, avaient pour but principal de reconnaître l'influence des divers principes qui entrent dans la composition des plantes sucrées en végétation sur le développement du sucre qu'elles contiennent.

» Je dois constater que mon point de départ dans ces études a été tout à fait différent de celui de MM. Berthelot et André; M. Berthelot est parti de la présence de l'azotate de potasse dans les plantes pour étudier la formation des acides oxalique, tartrique, malique, citrique, etc.... Mon point de départ est une observation que j'ai publiée dans un Mémoire présenté à l'Académie en 1860 ([2]), dans lequel j'établis que les bases potasse et chaux, en combinaison avec l'acide carbonique dans le sol, sont absorbés par les radicules de la betterave pendant sa végétation.

» L'année suivante, je cherchai, dans les différentes parties de la betterave, ce que deviennent les carbonates et les bicarbonates ainsi absorbés, et je constatai qu'ils se retrouvent dans toutes les parties de la betterave, racine, pétioles et feuilles, en combinaison à l'état soluble avec des acides végétaux; qu'à mesure que les tissus se développent, une partie des sels de chaux solubles s'y fixe à l'état de combinaison organique insoluble, dont ils deviennent partie intégrante, et que la quantité de sucre développée dans les racines paraît en raison directe de la chaux fixée à l'état de combinaison organique insoluble dans les différents tissus de la plante, tandis que les sels de potasse à acides organiques s'accumulent dans les

---

([1]) J'ai présenté successivement à l'Académie trois Mémoires intitulés : *Études chimiques sur la betterave à sucre, dite* betterave blanche de Silésie, et cinq Mémoires intitulés : *Études chimiques sur le maïs à différentes époques de sa végétation* (*Comptes rendus* des 30 octobre, 13, 20 et 27 novembre, 4, 18, 26 décembre 1882, 15 janvier 1883).

([2]) *Comptes rendus*, 6 août 1860.

feuilles, au point que, pour un même poids de feuilles, il s'en trouve quatre fois plus en octobre qu'en juin [1].

» Ces faits acquis, pour la végétation de la betterave en première année, me conduisirent à faire la même étude sur une plante sucrée, le maïs, dont la végétation s'accomplit sans interruption dans la même année.

» Cette étude sur le maïs donna les mêmes résultats que la betterave, soit :

» 1° Sels de potasse et de chaux à acides végétaux à l'état soluble, répandus dans toutes les parties du végétal;

» 2° Fixation partielle de la chaux en combinaison organique insoluble dans les tissus;

» 3° Accumulation des sels de potasse à acides végétaux dans les feuilles.

» Un fait très important, au point de vue de la détermination du rôle que jouent, dans la végétation, les sels de potasse et de chaux en combinaison avec des acides végétaux, que je n'avais pu reconnaître dans mes études sur la végétation de la betterave *bisannuelle*, devint facile à observer dans la végétation du maïs s'accomplissant *dans la même année :* c'est que la potasse, en combinaison avec des acides organiques, ne va en s'accumulant dans les feuilles que jusqu'au moment où l'épi, sans graine, commence à se former; mais, à partir de ce moment, il s'opère une véritable migration de ces sels, des feuilles à la tige, de la tige au pédoncule de l'épi et de la charpente de l'épi dans la graine.

» J'ai constaté, en outre, que ces bases se trouvent au maximum dans les feuilles lorsque le sucre s'y forme au maximum; dans la tige, lorsque

---

[1] Voici les titres de ces Mémoires, qui indiqueront suffisamment les différentes questions qui y sont traitées :

Premier Mémoire. — De l'influence des bases potasse et chaux en combinaison organique dans les différentes parties de la betterave sur le développement du sucre dans la racine (30 octobre 1882).

Deuxième Mémoire. — Des réactions chimiques qui peuvent opérer et par lesquelles on peut représenter la transformation des bicarbonates de potasse et de chaux contenus dans le sol et absorbés par les radicules en acides végétaux et en tissus pendant la végétation de la betterave (13 novembre 1882).

Troisième Mémoire. — De l'absorption du bicarbonate d'ammoniaque contenu dans le sol par les radicules de la betterave et de sa transformation en produits azotés contenus dans les différentes parties de la betterave, formules et équations chimiques qui représentent et expliquent cette transformation organique (20 novembre 1882).

le sucre s'y accumule au maximum et dans la graine au moment où l'amidon s'y développe au maximum.

» Le sucre contenu dans la tige suit le même mouvement ascensionnel et subit la transformation en amidon dans la graine; à mesure que l'amidon se forme dans la graine, le sucre diminue de plus en plus dans la tige, pour ainsi dire équivalent à équivalent.

» La confirmation de ces résultats, par une autorité scientifique aussi grande et aussi méritée que celle de M. Berthelot, me faisait un devoir d'en revendiquer la priorité. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Odeur et effets toxiques des produits de la fermentation produite par les bacilles en virgule.* Note de MM. **W. Nicati** et **M. Rietsch**, présentée par M. Vulpian.

« Les cultures pures de bacilles-virgules présentent une *odeur caractéristique* qui n'offre rien de putride ni de désagréable, mais a au contraire quelque chose d'éthéré; cette odeur est celle des matières intestinales des cholériques au début, surtout lorsqu'on a exposé ces matières quelque vingt-quatre heures en chambre humide à une température de 25° à 35°.

» Si, au moyen du filtre Pasteur, on dépouille de leurs bactéries des cultures pures *anciennes de huit jours au moins*, obtenues soit dans le bouillon, soit dans la gélatine nutritive (formule de M. Koch) et que l'on injecte le liquide ainsi obtenu *dans le torrent circulatoire sanguin* (veine jugulaire, veine crurale) des chiens, on observe les symptômes suivants :

» Dans une première série d'expériences, vomissements, selles, abattement général, puis rétablissement en une heure.

» Dans une deuxième série, on a observé des troubles de la respiration caractérisés par des inspirations et des expirations plus profondes, des troubles des organes digestifs sous forme d'efforts de vomissements répétés; puis des troubles moteurs remarquables se sont manifestés : un chien, qui a guéri ensuite, s'est affaissé sur ses pattes; relevé, il a fait de vains efforts pour marcher; les pattes de devant se repliaient à leur extrémité, par suite de l'impuissance motrice produite par l'injection; un chien plus petit est tombé immobilisé, conservant cependant les yeux ouverts et montrant par de très légers mouvements de la queue, lorsqu'on le caressait, que son intelligence et sa sensibilité paraissaient conservées. Ce chien est mort dans la nuit, après plus de douze heures. Il y a eu élévation rapide de la température. A l'autopsie, nous avons trouvé des taches ecchymotiques

étendues dans le duodénum, et quelques-unes moins grandes dans l'estomac. La vessie urinaire était vide; la substance corticale des reins était fortement injectée. Le sang du cœur et des gros vaisseaux, de couleur foncée, était entièrement dépourvu de caillots, et il présentait les signes caractéristiques de la dissolution de l'hémoglobine, que l'un de nous a signalée précédemment (1) dans la période algide du choléra.

» Les mêmes liquides, injectés sous la peau à divers animaux, même en quantité plus grande, n'ont produit aucun effet.

» Les cultures récentes, filtrées de même et injectées dans les veines ou sous la peau, ont été trouvées absolument inactives. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Choléra et cholémie.* Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. Vulpian.

« Nous avons soulevé cette question en septembre dernier, à l'hôpital du Pharo, de Marseille, aussitôt après le succès des inoculations (2) que nous avons faites, M. Rietsch et moi. Nous nous fondions sur des faits d'ordre anatomique, établissant la constance d'une stagnation dans le cours de la bile, à laquelle la couleur blanche des selles avait déjà du reste rendu attentif; sur des faits d'ordre physiologique communs au choléra, d'une part, à l'empoisonnement par les sels biliaires et à la ligature expérimentale du cholédoque, d'autre part [dissolution de l'hémoglobine (3), algidité, troubles moteurs, respiratoires, vacuité de la vessie, lésions rénales]; enfin sur des faits d'ordre clinique, tirés en particulier de l'analogie symptomatique de la réaction typhoïde de choléra avec l'ictère grave (4).

» M. Gabriel Pouchet vient d'apporter (5) à la question son complément chimique en signalant la présence d'une quantité notable de sels biliaires dans le sang de quatre cholériques morts en algidité. Cette consta-

---

(1) *Semaine médicale* du 9 octobre.

(2) *Semaine médicale* du 17 septembre (Inoculation dans le duodénum du chien après ligature du cholédoque et dans le duodénum du cobaye sans cette ligature). — *Comité méd. des B.-du-Rh.* du 17 octobre (Inoculation dans le cholédoque du chien sans ligature aucune).

(3) Étendre le sang sur la lamelle, sécher à demi, traiter à l'acide osmique, colorer par le violet d'aniline *à une douce chaleur,* examiner dans l'eau ou dans le baume.

(4) *Semaine médicale* du 9 octobre, et *Comité méd.*, loc. cit.

(5) *Comptes rendus*, séance du 17 novembre.

tation, nous l'avons faite aussi, et nous attendions pour la publier des analyses comparatives, ainsi que les résultats d'expériences que nous poursuivons en collaboration avec M. Rietsch, sur l'action des produits de la fermentation virgulienne, et que nous communiquons aujourd'hui même à l'Institut.

» Pour démontrer la présence des acides biliaires dans le sang, il importe de ne pas se contenter des réactions colorantes de Pettenkofer et de Bogomoloff (acide sulfurique et alcool), qui sont données également par d'autres substances du sang normal, mais d'obtenir lesdits acides à l'état cristallisé et d'en reconnaître les formes caractéristiques au microscope. L'extrait alcoolique du sang, fait à chaud, traité par l'acétate de plomb, donne un précipité de glycocholate et de cholalate de plomb, qui, lavé à l'eau et dissous dans l'alcool chaud, est séparé du plomb par l'hydrogène sulfuré. La liqueur filtrée et évaporée laisse déposer les cristaux caractéristiques des acides glycocholique (aiguilles et prismes) et cholalique (tables hexagonales). L'acide taurocholique resté dans la liqueur et précipité ensuite par l'acétate basique de plomb ne cristallise pas.

» Voici les résultats acquis jusqu'à ce jour : la quantité d'acides biliaires extraite du sang de cholérique algide est proportionnellement de beaucoup supérieure à la quantité à peine manifeste trouvée dans le sang d'un individu mort d'un coup de couteau, et dans le sang d'une femme morte d'une affection non hépatique; elle est proportionnellement au moins égale à la quantité qui en a été trouvée dans le sang de chiens morts de la ligature du cholédoque.

» Résulte-t-il de ces constatations que la mort dans le choléra doive être attribuée à la cholémie? Les expériences que nous publions aujourd'hui avec M. Rietsch, la présence d'une ptomaïne dans les selles de cholériques ([1]) où il y a, du reste, des bactéries de diverses espèces et partant des fermentations diverses, commandent sur ce point une extrême réserve. Elles nous font renvoyer à plus ample informé les espérances que nous avions pu concevoir d'une intervention chirurgicale, appelant au dehors le cours manifestement interrompu de la bile.

» Il reste à faire, d'une part, des dosages répétés des produits de rétention biliaire, pour constater si la dose trouvée dans le sang est une dose toxique, et à établir, d'autre part, la présence et la quantité du poison virgulien dans le sang cholérique. Sa seule constatation dans l'intestin ne

([1]) Communication de M. G. Pouchet à la précédente séance de l'Académie.

saurait suffire, puisque les bactéries y foisonnent normalement et que, quant aux ptomaïnes, il doit y en avoir normalement à proportion [1]. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les pneumonies infectieuses et parasitaires.* Note de M. GERMAIN SÉE, présentée par M. Vulpian.

« I. *Histoire succincte des pneumonies épidémiques.* — Jusque dans ces dernières années, la pneumonie était regardée comme le type des inflammations franches, et la cause de cette inflammation était attribuée au refroidissement. Frappé par l'observation d'un certain nombre de faits de pneumonies, se comportant comme les maladies les plus nettement infectieuses, attaquant successivement plusieurs membres d'une même famille, j'ai, dans mes leçons cliniques faites à l'Hôtel-Dieu, réagi, dès 1882, contre la doctrine classique et cherché à faire prévaloir l'idée de la nature infectieuse de cette maladie. De nombreuses observations, publiées en Angleterre et en Allemagne, sont venues appuyer ma manière de voir et attester que, dans bien des circonstances, la pneumonie se développe comme la fièvre typhoïde, se répandant dans une prison, une caserne, une école, un village, attaquant un grand nombre d'individus, à la manière des maladies parasitaires.

» Une question se posait dès lors : ces pneumonies épidémiques devaient-elles être considérées comme des pneumonies spéciales, absolument distinctes de la pneumonie ordinaire? Par respect pour la tradition, on pouvait encore admettre cette dualité il y a deux ans ; aujourd'hui l'identité des deux espèces d'inflammations pulmonaires est démontrée. Il n'y a pas de pneumonie due au refroidissement; qu'elle se produise à l'état sporadique ou à l'état épidémique, la pneumonie est toujours parasitaire.

» II. *Description du parasite de la pneumonie.* — Cette démonstration a été faite simultanément en Allemagne par Friedlander et en France par mon chef de clinique Talamon, qui a poursuivi ses recherches sur les malades de mon service et fait des expériences dans mon laboratoire de l'Hôtel-Dieu. D'après Talamon, le parasite de la pneumonie est un micrococcus ovalaire de 1^{μ} à $1^{\mu},5$ de long sur $0^{\mu},5$ à 1^{μ} de large;

---

(1) Les analyses qui font l'objet de cette Note ont été faites au Laboratoire de Chimie de la Faculté des Sciences de Marseille avec M. Cari-Mantrand, préparateur du Cours. Nous remercions M. Reboul et M. Macé de Lépinay de leurs bienveillants conseils.

on le retrouve constamment dans les parties du poumon hépatisé. Vu dans l'exsudat fibrineux, il a la forme d'un grain de blé; cultivé dans un milieu liquide, dans une solution d'extrait de viande alcalinisée, il s'allonge, s'effile et prend l'aspect d'un grain d'orge. Il est tantôt isolé, tantôt accouplé par deux sous forme de diplococcus, parfois en chaînettes de quatre.

» La description de Friedlander se rapproche de celle de Talamon; mais l'auteur allemand a signalé l'existence autour des coccus pneumoniques d'une capsule qu'il regarde comme l'élément essentiel, caractéristique du parasite. Cette capsule n'existe pas; elle n'appartient pas au micrococcus: elle est le résultat du mode de préparation et de coloration de l'exsudat. Fränckel, au dernier Congrès de Médecine de Berlin, a déclaré que la formation de la capsule n'est pas un phénomène constant, que cette apparence capsulaire se constate autour d'autres micro-organismes, et qu'il n'est pas possible de considérer les capsules comme la caractéristique du micrococcus de la pneumonie. Friedlander lui-même, répondant à Fränckel, paraît avoir renoncé à l'idée de faire de cette prétendue capsule le signe distinctif du parasite pneumonique.

» III. *Expériences d'inoculation.* — Quoi qu'il en soit, le micrococcus n'a pas été seulement constaté dans les poumons enflammés, il a été isolé, cultivé dans un milieu liquide ou solide, et, inoculé à des animaux, il a reproduit la pneumonie commune, telle qu'on la voit chez l'homme; il y a plus, on ne saurait en provoquer la lésion caractéristique par ces inoculations. Friedlander et Talamon, en injectant le micrococcus multiplié par la culture, l'un dans les poumons de souris, l'autre dans les poumons de lapins, ont réussi à créer des pneumonies typiques, qui ne diffèrent en rien de celles de l'homme. Dans nombre de cas, le microbe, en se répandant hors des poumons et en envahissant les organes voisins, a déterminé en même temps des pleurésies et des péricardites fibrineuses, de même nature que l'inflammation pulmonaire.

» IV. *Résumé.* — M'appuyant sur ces faits, je n'hésite pas à regarder la pneumonie comme une maladie parasitaire, spécifique. Cette pneumonie peut être reproduite chez les animaux, tandis que sa reproduction est toujours impossible par les agents irritants physiques ou chimiques, introduits dans les poumons. Cette inflammation reste locale, tant que le parasite ne dépasse pas les limites de l'appareil pulmonaire: c'est la pneumonie simple. Elle s'étend et se généralise lorsque le microbe envahit les organes voisins ou lorsqu'il pénètre dans la circulation générale, soit par les voies lympha-

tiques, soit par le système vasculaire sanguin : c'est ce que j'appelle la *pneumonie infectante*.

V. *Distinction des pneumonies et des broncho-pneumonies.* — Cette pneumonie parasitaire doit être absolument distinguée des autres formes de l'inflammation aiguë qu'on décrit sous le nom de *bronchites capillaires* ou de broncho-pneumonies. Les microphytes jouent sans doute aussi un rôle dans ces cas, mais ce rôle est secondaire; la marche de la maladie, aussi bien que l'existence de la lésion, est ici dominée par l'existence d'une bronchite antérieure, due cette fois à l'influence du froid, et par la propagation de cette bronchite aux plus fins canalicules respiratoires ou même aux alvéoles du poumon. Ces bronchites capillaires, développées dans le cours d'une bronchite *a frigore*, n'ont rien de défini dans leur évolution; elles procèdent par des poussées, successives et irrégulières, ne se voient guère d'ailleurs que dans l'enfance et la vieillesse, et sont très rares chez l'adulte, bien plus sujet à la pneumonie parasitaire.

» V. *Marche cyclique de la pneumonie parasitaire, analogue à celle des fièvres parasitaires éruptives.* — La pneumonie parasitaire a, contrairement à la bronchite capillaire, qui est grave, une marche simple, bénigne, nettement définie comme l'érysipèle, la rougeole; sa durée est comprise dans les limites fixes et ne dépasse pas six à neuf jours. La maladie éclate par une hyperthermie brutale, reste invariable une semaine environ, domine pendant ce temps toutes les manifestations locales, tous les signes pulmonaires, puis s'éteint brusquement le septième jour le plus souvent, laissant pendant une semaine ou deux encore le poumon aux prises avec les restes de l'inflammation.

» VI. *Conséquences pratiques.* — On comprend facilement les conséquences de cette notion nouvelle de la pneumonie au point de vue du traitement, puisque l'évolution parasitaire se fait en sept jours : il me suffit d'aider le malade à atteindre sans accidents le terme de cette évolution. Je réprouve donc formellement les saignées et l'antimoine à haute dose, si vantés par nos devanciers. Je n'admets que trois indications :

» 1° Combattre la fièvre à l'aide de la digitale, de la quinine, et surtout d'un dérivé quinolique, appelé *antipyrine*;

» 2° Soutenir les forces du malade à l'aide de l'alcool;

» 3° Lutter contre l'inanition au moyen de boissons alimentaires.

» Cette expectation *nourrie* est la méthode qui m'a donné les résultats les plus satisfaisants. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Expériences sur la valeur des agents désinfectants, dans le choléra des oiseaux de basse-cour.* Note de **M. Colin**, présentée par M. Gosselin.

« Je me suis proposé de déterminer le degré d'efficacité des agents conseillés pour neutraliser la virulence cholérique : sulfate de cuivre, chlorure de zinc, chlorure de chaux et borate de soude. Après avoir soumis à leur action le sang, les matières de provenance intestinale et la substance de quelques tissus très vasculaires, empruntés à des sujets morts du choléra des oiseaux de basse-cour, j'ai inoculé à divers animaux les produits traités, pour constater, soit l'extinction complète, soit la conservation de la virulence à un degré quelconque. C'est à l'aide de ce critérium sûr que j'ai pu juger des modifications éprouvées par les matières douées de propriétés contagifères.

» Les agents dont l'emploi a été préconisé n'ont pas fait preuve d'un égal pouvoir de neutralisation. Le sulfate de cuivre et le chlorure de zinc, en solution au $\frac{1}{20}$ et en poids égal à celui des matières à désinfecter, se sont montrés très supérieurs aux autres. Ils ont dépouillé facilement de leur virulence le sang, les déjections intestinales très délayées, après un mélange très intime. Le chlorure de chaux, qui pénètre difficilement les matières d'une certaine consistance, et le borate de soude, qui les altère très peu, n'ont pas eu d'effets équivalents à ceux des premiers. D'ailleurs, ce dernier sel, comme plusieurs autres antiseptiques purs, en retardant la décomposition des matières organiques, a paru tendre plutôt à conserver temporairement la virulence qu'à la détruire.

» La neutralisation de la virulence par le sulfate de cuivre ou le chlorure de zinc a toujours été subordonnée à deux conditions essentielles : mélange intime et long contact de ces sels avec la substance à désinfecter. Le sang, quoique en petite quantité et non coagulé, demeurait, au bout de deux heures de contact, encore virulent sans atténuation sensible, dans une partie de sa masse. Après quatre heures d'immersion dans deux volumes de solution au titre indiqué, des fragments de foie, de rein, de rate, conservaient aussi leur virulence intacte au centre, et même assez près de la surface. Ç'a été seulement après vingt-quatre à quarante-huit heures d'immersion, c'est-à-dire après imbibition complète, que la neutralisation totale de la virulence a été obtenue.

» L'emploi des agents dits *désinfectants* ne donne donc pas toujours

une sécurité absolue. Il n'a souvent d'autre résultat que d'atténuer la virulence dans les parties touchées et pénétrées, en la laissant intacte ailleurs. Le but n'est atteint sûrement que par la formule suivante : Beaucoup de matière désinfectante, mélange intime et long contact de cette matière avec les produits ou les corps à désinfecter. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la virulence du bubon qui accompagne le chancre mou.* Note de M. I. **Straus**, présentée par M. Pasteur.

« Depuis les recherches de M. Ricord, on admet deux variétés dans les bubons qui accompagnent le chancre mou : le bubon sympathique et le bubon symptomatique. Le pus du bubon sympathique n'est pas inoculable; celui du bubon symptomatique est virulent : quand on l'inocule, on reproduit une pustule chancreuse caractéristique. Souvent, après l'incision, les lèvres de la plaie du bubon deviennent chancreuses, ce qui lui a fait donner le nom de *bubon chancreux*. Cette distinction est restée classique.

» Aujourd'hui, toute virulence implique l'idée de microbe; aussi ai-je cherché à mettre en évidence celui du chancre mou. Pour éviter les organismes d'impureté qui existent à la surface ulcérée et à découvert du chancre mou, j'ai fait porter mes recherches sur le pus du bubon non encore ouvert. Ces recherches ont porté sur quarante-deux cas de bubons consécutifs au chancre mou, les uns naissants, les autres plus avancés, d'autres sur le point de s'ouvrir. Dans le pus de tous ces bubons, il m'a été impossible de déceler, à l'aide des méthodes actuelles de coloration, la présence d'aucun micro-organisme, non plus que dans les coupes pratiquées sur des fragments des parois du bubon excisées. Tout aussi infructueuses ont été mes tentatives de culture dans des milieux liquides ou solides.

» J'ai été conduit ainsi à rechercher si le pus du bubon avait, en réalité, la virulence du chancre lui-même. Dans les quarante-deux cas, le pus inoculé, immédiatement après l'incision, *n'a jamais donné lieu à une pustule chancreuse*. Dans ces tentatives, toutes les précautions exigées par la rigueur expérimentale étaient prises; la peau était lavée avant l'incision, le bistouri flambé; l'inoculation était faite sur la peau du ventre, près de

(1) Dans deux cas, s'est produit une *fausse pustule*, se distinguant de la vraie par la marche lente, l'absence de bords taillés à pic, la guérison rapide, la non-réinoculabilité.

l'ombilic, quelquefois au bras; le point d'inoculation était protégé par un verre de montre fixé avec du diachylum, dans quelque cas, par une couche de coton flambé. Souvent on inoculait, en même temps, sur l'autre côté de l'abdomen ou sur l'autre bras, la sécrétion du chancre, avec les mêmes précautions. Alors que l'inoculation de la sécrétion du chancre était toujours positive, celle du bubon était toujours stérile.

» Dans ses expériences devenues classiques, faites de 1831 à 1837, M. Ricord a obtenu deux cent soixante et onze fois un résultat positif à la suite de l'inoculation du pus du bubon; quarante-deux fois seulement, ce pus inoculé le jour de l'ouverture s'est montré virulent; les deux cent vingt-neuf autres résultats positifs ont été obtenus par l'inoculation du pus pris un ou plusieurs jours après l'ouverture du bubon; dans ces deux cent vingt-neuf cas, l'inoculation faite le jour de l'ouverture du bubon était restée inefficace.

» Pour M. Ricord, ces résultats semblent établir que le pus du bubon chancreux est souvent virulent; qu'il n'est pas toujours virulent au moment de l'ouverture, mais qu'il le devient dans la suite. Pour expliquer cette particularité surprenante, M. Ricord avait imaginé que la virulence réside dans le pus profond, intra-ganglionnaire, tandis que le pus superficiel périganglionnaire en est destitué.

» Il pouvait déjà paraître étonnant que le chancre mou caractéristique s'accompagnât tantôt d'une variété de bubon, tantôt d'une autre; mais il est bien plus surprenant encore de voir, dans un même bubon, le pus, inoffensif le premier jour, devenir virulent les jours suivants.

» Pour ce qui est de la virulence au moment de l'ouverture du bubon, nous ne l'avons pas plus rencontrée dans le pus profond que dans le pus superficiel. Dans quelques cas, nous avons puisé, au moyen d'un tube de verre effilé, le pus profond sortant du ganglion lui-même incisé; ce pus profond inoculé était stérile.

» Les résultats de nos recherches sont donc en opposition avec ce qui a été admis jusqu'ici.

» Toutes les inoculations faites par nos devanciers avec du pus pris au moment de l'ouverture du bubon auraient été stériles, comme celles que nous avons pratiquées nous-même, si, au lieu de laisser la plaie d'inoculation exposée aux souillures des produits du *chancre*, transportées soit par la main, soit par la chemise, soit par les linges de pansement, ils l'avaient soigneusement protégée par un verre de montre ou de toute autre façon. Même sans cette précaution, le chiffre des résultats positifs aurait été bien

diminué, si seulement, au lieu d'inoculer à la cuisse (comme faisait Ricord), ils avaient inoculé à toute autre région plus éloignée du chancre.

» Il n'est pas besoin d'invoquer la virulence d'un pus profond ne venant à la surface que quelques jours après l'ouverture du bubon pour expliquer les résultats des expériences de M. Ricord. Si, dans ces expériences, la virulence du pus, au moment de l'ouverture, est exceptionnelle, c'est que la plaie du bubon n'a pas encore été contaminée par la sécrétion virulente du chancre lui-même; si le pus devient virulent, les jours suivants, c'est qu'alors la contamination de la plaie du bubon a eu tout le temps de s'effectuer. On sait, en effet, avec quelle facilité toute solution de continuité faite à la peau, chez un individu porteur de chancre, peut devenir consécutivement chancreuse. Quant à nous, nous n'avons jamais vu la sécrétion du bubon devenir virulente dans les jours qui ont suivi l'incision, ni les bords de la plaie devenir chancreux, toutes les fois que nous avons eu la précaution de protéger cette plaie par un pansement occlusif (non antiseptique) contre la contamination possible pour la sécrétion du chancre.

» L'examen anatomique du pus et des parois du bubon, les résultats de la culture et enfin l'expérimentation concordent donc et la conclusion s'impose : il n'y a pas deux espèces de bubons accompagnant le chancre mou; il n'y a que « le bubon du chancre mou ».

» Le bubon du chancre mou n'est jamais originellement virulent; il ne devient virulent et chancreux que par inoculation secondaire, après l'ouverture (1). »

PHYSIOLOGIE. — *De l'intensité lumineuse des couleurs spectrales; influence de l'adaptation rétinienne.* Note de M. H. **Parinaud**, présentée par M. Charcot.

« Depuis Fraunhofer, qui le premier chercha à déterminer l'intensité relative des différentes parties du spectre, cette question n'a pu être résolue d'une manière satisfaisante. On doit admettre que les ondulations correspondant à chaque couleur spectrale représentent des forces qui

---

(1) Ces recherches ont été faites à l'hôpital du Midi, dans le service de mon maître et ami M. le Dr Mauriac, qui m'en a ouvert généreusement les salles; j'adresse aussi mes remerciements à l'interne de M. Mauriac, M. Le Roy, qui m'a prêté son concours le plus dévoué.

sont entre elles dans un rapport constant, pour une même source lumineuse, mais on ne saurait conclure à un rapport égal pour l'intensité des sensations produites. En fait, il n'y a pas de rapport fixe entre les intensités lumineuses des couleurs d'un même spectre. J'en trouve la raison dans la propriété suivante de l'appareil visuel : *L'accroissement de la sensibilité pour la lumière, qui se produit sur une rétine placée dans l'obscurité, n'est pas égal pour les rayons de réfrangibilité différente.*

» L'intensité lumineuse d'une couleur est déterminée, dans mes expériences, par le minimum de cette couleur perçu comme clarté. Lorsque l'œil n'est pas adapté, c'est-à-dire lorsqu'il vient d'être soumis à l'action de la lumière ambiante, le jaune est le plus intense ; viennent ensuite le vert et le rouge ; puis, avec des différences plus accusées, le bleu et le violet, conformément d'ailleurs à ce que l'on reconnaît à la seule inspection du spectre. Mais à mesure que l'œil séjourne dans l'obscurité, l'intensité relative des différentes parties du spectre se modifie profondément du fait de *l'accroissement plus considérable de la sensibilité pour les rayons plus réfrangibles*, de telle sorte que le minimum de lumière perçu par l'œil adapté s'abaisse d'autant plus que la couleur examinée est plus éloignée du rouge. La progression toutefois n'existe que jusqu'au bleu ; il y a peu de différence entre le bleu et le violet.

» Par un contraste remarquable, *cet accroissement de la sensibilité n'existe pas pour la macula*, ou du moins il est si faible que l'on est en droit de l'attribuer aux phénomènes de dispersion qui se produisent autour de cette partie de la rétine qui n'a pas plus de 0,2 à 0,3 de millimètre de diamètre.

» La macula ne renfermant pas de pourpre visuel, on doit penser que cette substance, que la lumière détruit et qui se régénère dans l'obscurité est l'agent de l'accroissement de la sensibilité rétinienne. Comme l'action de la lumière sur le pourpre est manifestement de nature chimique et donne lieu à une réaction analogue à celles de la photographie, il est naturel que les rayons dont l'action chimique est différente agissent inégalement. Cette substance servant d'intermédiaire à l'excitation lumineuse, on conçoit qu'après sa régénération dans l'obscurité, l'œil devienne plus sensible pour les rayons qui ont sur elle une action plus énergique.

» Ces expériences confirment le rôle que j'ai attribué au pourpre visuel en partant d'un point de vue différent (*L'héméralopie et les fonctions du pourpre visuel;* Académie des Sciences, 1er août 1881).

» L'accroissement de la sensibilité rétinienne dans l'obscurité porte sur la clarté ou l'intensité lumineuse, mais non sur la couleur elle-même, de

telle sorte qu'une couleur vue par l'œil adapté paraît plus lumineuse, mais moins saturée. L'effet est à peu près le même que si l'on ajoutait de la lumière blanche à la lumière colorée.

» La propriété de l'œil que je signale est la cause des difficultés de la photométrie. Beaucoup d'expériences ne sont valables que si l'on tient compte de l'état d'adaptation de l'œil et de la lumière employée. La lumière rouge monochromatique est la plus fixe comme intensité lumineuse et comme valeur; la bleue se prête à des observations plus délicates. Le phénomène de Purkinje, les dérogations à la loi du carré des distances que l'on constate avec les photomètres de Bouguer et de Rumford, quand on emploie des lumières de couleur différente, les observations de Dove sur les variations de l'intensité lumineuse des couleurs suivant l'éclairage, etc., s'expliquent par cette même propriété. »

ZOOLOGIE. — *Sur les appendices de la mâchoire chez les Insectes broyeurs.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

» Dans une précédente Communication ([1]) j'ai fait connaître les dispositions fondamentales et les principales variations que présente le corps de la mâchoire; je résume aujourd'hui les résultats de mes recherches sur les appendices de la mâchoire, considérés non seulement dans leur constitution, mais dans leur rôle fonctionnel et dans le mode de terminaison des nerfs qui s'y distribuent. On sait que ces appendices sont au nombre de trois: le plus extérieur, généralement aussi le plus développé, a été depuis longtemps distingué sous le nom de *palpe maxillaire ;* les deux autres, fréquemment méconnus, ont été parfois réunis sous la dénomination de *lobes maxillaires;* quelques auteurs les ont désignés plus nettement par les noms de *galéa* et d'*intermaxillaire* qui peuvent être conservés. L'étude de ces différents appendices est également intéressante au point de vue morphologique et au point de vue histologique.

» Le palpe maxillaire, connu du jour où l'on a examiné une mâchoire d'Insecte, offre dans son aspect général des traits classiques : toujours multiarticulé, il se montre sous l'aspect d'un long appendice mobile, dactyliforme, placé au côté externe du maxillaire, soit qu'il s'insère directement sur cette pièce, soit qu'il s'y fixe par l'intermédiaire d'un palpigère. Mais, en dehors de ces caractères fondamentaux, on peut relever de nombreuses variations portant sur la forme de palpe, sur son mode

---

([1]) *Comptes rendus*, 11 août 1884.

d'articulation, sur le nombre et l'agencement réciproque de ses articles, etc.

» Le palpe ne se trouve pas seulement associé à certains actes sensoriels, il concourt encore à assurer la préhension et la mastication des aliments; aussi doit-il posséder une grande mobilité et une solidité suffisante. Parfois ces conditions seront presque également réalisées; plus souvent l'une d'elles le sera plus particulièrement; une analyse minutieuse peut seule permettre d'apprécier les modifications qui se trouvent ainsi imprimées au palpe maxillaire.

» Le palpe doit-il surtout agir à la manière d'une pelle rassemblant les substances alimentaires et les jetant rapidement vers l'orifice buccal? On voit la base s'élargir, engrenant fortement avec le palpigère ou le maxillaire; puis, sur cette base, s'élèvent des articles larges, recourbés, peu mobiles les uns sur les autres. Quant aux mouvements d'ensemble, ils sont limités par le jeu même du ginglyme, qui unit le palpigère à l'article basilaire : les Termitides fournissent de bons exemples de cette disposition. Le palpe doit-il, sans perdre de sa solidité, présenter des mouvements généraux plus étendus? L'article inférieur s'arrondit pour permettre un déplacement facile sur le palpigère, ainsi qu'on l'observe chez les *Blaps*; dans certains cas, pour des palpes plus réduits, le même résultat sera obtenu en amincissant le premier article et le terminant par un petit bouton, sorte de tête articulaire qui se remarque chez les Carabides, etc. Bien souvent la solidité s'effacera devant la mobilité : non seulement le palpe devra pouvoir se déplacer aisément sur sa base, mais sa tige se brisera par des articulations multiples. On voit alors des galets se disposer soit à la base de l'organe (*Gryllus domesticus, Phasma japetus*), soit entre le premier et le second article (*Psocides*), tandis que les autres segments, s'amincissant à leur partie inférieure (*Forficula, OEdipoda*) et ne prenant qu'un point d'appui limité, peuvent ainsi osciller en tout sens et amplifier, dans une proportion surtout considérable, le fonctionnement d'un organe dont on s'est trop souvent borné à considérer les traits extérieurs, sans chercher à pénétrer dans les détails de son histoire.

» L'étude du galéa n'est pas moins instructive. Son nom rappelle sa fréquente incurvation en forme de casque ou de cimier recourbé au-dessus de l'intermaxillaire; cette disposition n'est cependant pas constante. C'est ainsi qu'on voit parfois l'aspect du galéa se modifier totalement : allongé en languette chez le *Perla intricata*, claviforme chez l'*Oligotoma Saundersii*, il devient comparable à une faucille chez le *Forficula auricularia*, le *Termes lucifugus*, etc.; glabre dans de nombreuses espèces, il peut porter des poils et des soies (*Decticus verrucivorus*); généralement composé de deux articles,

il n'offre parfois qu'un seul segment (*Oligotoma Saundersii*, *Decticus verrucivorus*), tandis que chez d'autres insectes on lui compte trois articles, comme chez le *Locusta viridissima* et chez le *Mantis religiosa;* dans cette dernière espèce, le galéa présente des particularités intéressantes et l'on y distingue une saillie interne qui semble acquérir une signification spéciale.

» Placé à la partie interne de la mâchoire, l'intermaxillaire s'insère sur le sous-galéa, ou, à son défaut, sur le maxillaire; son bord libre est souvent garni de dents, de pointes, d'aiguillons, de soies ou de poils; il porte à sa partie supérieure le prémaxillaire, qui peut manquer, ou tout au moins ne pas exister à l'état de pièce indépendante. Mac-Leay donnait à l'intermaxillaire le nom de *lacinia*, qui rappelle assez exactement l'aspect de sa face interne. Par cette puissante denture comme par sa situation, l'intermaxillaire est évidemment, de toutes les parties de la mâchoire, celle qui peut le plus efficacement concourir à la préhension et à la division des aliments; mais la faiblesse du corps maxillaire lui permet trop rarement d'agir avec force, et, dans la plupart des cas, les deux intermaxillaires fonctionnent plutôt comme des râteaux que comme les branches d'une pince puissante; il en est tout autrement pour les mêmes pièces considérées dans la mandibule. Tantôt à peine infléchi (*Termes lucifugus*, *Forficula auricularia*), tantôt sinueux, déchiqueté (*Gryllus domesticus*, *Phasma japetus*, *Mantis religiosa*) l'intermaxillaire se trouve souvent complété, ainsi que je le rappelais plus haut, par la présence du prémaxillaire, pièce indépendante, mobile, pouvant se mouvoir comme une sorte de phalange unciforme à l'extrémité de l'intermaxillaire. Les caractères et les variations du prémaxillaire sont surtout faciles à observer chez le *Gryllus domesticus*, le *Decticus verrucivorus*, le *Locusta viridissima*, le *Forficula auricularia*, le *Phasma japetus*, les *Blaps*, etc.

» En appliquant la technique que j'ai précédemment indiquée, on peut étudier sûrement le mode de terminaison des nerfs qui se distribuent aux appendices de la mâchoire. Parmi ces nerfs, il en est qui se perdent entre les cellules de l'hypoderme, constituant des terminaisons libres semblables à celles que j'ai décrites chez la Vanesse Paon-de-Jour, etc.; plus nombreux sont les filets nerveux qui se mettent en rapport avec les productions sétiformes. Celles-ci se montrent sous les trois types suivants : 1° soies non tactiles; 2° poils tactiles; 3° cônes mous.

» Les soies non tactiles méritent à peine une simple mention; elles abondent principalement à la face interne de l'intermaxillaire. On y trouve également des poils tactiles qui deviennent plus nombreux sur le galéa, et

se multiplient surtout sur le palpe maxillaire, bien que celui-ci ne possède presque jamais une valeur sensorielle égale à celle qu'on est en droit d'accorder au palpe labial. C'est aussi sur le palpe que se localisent plus spécialement les cônes mous : courts, terminés par une extrémité courbe et obtuse, revêtus d'une mince enveloppe presque transparente, ces éléments se distinguent ainsi nettement, par leurs caractères extérieurs, des poils tactiles dont ils se rapprochent par leurs rapports et par leur signification fonctionnelle. A la base du cône se trouve une cellule nerveuse, généralement bipolaire, qui, d'une part, se prolonge dans le protoplasma somatique du cône, tandis que, par son pôle opposé, elle se montre en continuité avec un filet nerveux. Ces dispositions indiquent quelle valeur doit être attribuée aux cônes mous; par leurs faibles dimensions, leur fragilité, la rapidité avec laquelle ils s'infléchissent sous la moindre ondulation, ils ont pu échapper souvent aux observateurs, mais n'en réclament pas moins une part importante dans l'exercice de la sensibilité tactile chez les Arthropodes, ainsi que j'espère prochainement l'établir. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le polymorphisme floral et la pollinisation du* Lychnis dioica, *L.* Note de M. **L. Crié**, présentée par M. Chatin.

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le résultat de mes études sur le polymorphisme de la fleur et la pollinisation du *Lychnis dioica*, L. (*L. vespertina*, Sibthorp.). Cette plante, très commune dans nos campagnes, présente, de mai à novembre, plusieurs formes de fleurs qui diffèrent, au point de vue du type floral, de la ramification du limbe des pétales, du système vasculaire des sépales, de la longueur des étamines et des styles par rapport à la coronule.

» Tous les auteurs considèrent les fleurs du *Lychnis dioica* comme pentamères. Cependant, après avoir étudié pendant plusieurs années de nombreux échantillons de cette plante provenant de diverses régions de la France, nous avons acquis la certitude qu'elle possède des fleurs pentamères et des fleurs tétramères. Nous avons aussi observé que le limbe des pétales, que les botanistes ont toujours décrit comme bifide, est quadrifide, c'est-à-dire ramifié dans le plan du limbe chez un grand nombre de fleurs. On peut d'ailleurs suivre toutes les transitions, depuis la simple échancrure jusqu'à l'incision profonde qui atteint la nervure médiane du pétale.

» Le calice du *Lychnis dioica*, qui est formé, dans les fleurs mâles penta-

mères, de cinq sépales soudés, offre presque toujours cinq dents et dix nervures, dont cinq nervures médianes et cinq nervures latérales géminées. Le système vasculaire du calice des fleurs femelles est beaucoup plus compliqué. Outre les dix nervures qui existent dans les fleurs mâles, nous en comptons dix autres qui proviennent du dédoublement des faisceaux libéroligneux formant la nervure médiane. Le calice des fleurs femelles ([1]) présente donc vingt ou seize nervures suivant que le type floral est pentamère ou tétramère.

» Le *Lychnis dioica* présente encore un intérêt tout particulier : les fleurs affectent trois formes distinctes, dans les deux sexes, et c'est pour la première fois que nous signalons un exemple de trimorphisme floral chez une plante dicline dioïque.

» Ces trois formes de fleurs peuvent être disposées de la façon suivante :

Fleur femelle.	Fleur male.
1° *Forme dolichostylée.* (Styles dépassant la coronule.)	1° *Forme dolichostylée.* (Les plus longues étamines dépassant la coronule.)
2° *Forme mésostylée.* (Styles égalant la coronule.)	2° *Forme mésostylée.* (Les plus longues étamines égalant la coronule.)
3° *Forme brachystylée.* (Styles inclus plus courts que la coronule.)	3° *Forme brachystylée.* Etamines plus courts que la coronule.

» Dans cette plante à fleurs nectarifères et odorantes le soir (*Lychnis vespertina* Sibth.), la pollinisation se trouve assurée par les vents et par les insectes (Papillons diurnes et Papillons noctures). Les mêmes fleurs sont aussi très visitées, ainsi que nous avons pu le constater depuis longtemps, par des Orthoptères pseudo-névroptères (Thysanoptères) du genre *Thrips*. Le *Thrips atrata* Haliday recherche avidement le pollen et le sucre du *Lychnis dioica*, dont il opère la fécondation croisée. »

([1]) Tandis que le système vasculaire des sépales présente ici cette complication, le long entre-nœud qui sépare la corolle du calice dans les fleurs mâles n'existe pas dans les fleurs femelles.

M. **Duroy de Bruignac** adresse une Note intitulée : « Procédé général pour diminuer d'une unité l'ordre d'une intégrale ».

M. E. **Barbier** adresse une Note relative à la thermométrie.

M. D. **Tommasi** adresse une Note relative aux équivalents électrochimiques.

M. L. **Carillon** adresse une Note intitulée : « Observations sur le bacille cholérique ».

M. **Daubrée** présente, de la part de M. le Dr *Ladislas Szajnocha*, de l'Université de Cracovie, une Notice relative à la faune des Céphalopodes des îles d'Élobi, situées sur la côte occidentale d'Afrique, sous le premier degré de latitude nord, dans la baie de Corisco.

« Ces îles, explorées pour la première fois en 1874 par le Dr Lenz, sont formées de couches horizontales de grès pauvre en fossiles. Une des espèces qui s'y rencontrent, la *Schlönbachia inflata*, caractérise l'étage cénomanien inférieur en Europe, particulièrement dans les départements de l'Yonne et de l'Aube.

» Il importe d'ajouter que ces couches se prolongent sur la côte voisine du Gabon, aux embouchures des fleuves Muni et Mounda, et qu'elles paraissent s'étendre sur la côte occidentale d'Afrique, le long des chaînes de Sierra da Cristal et de Sierra Complida jusqu'à Mossamedes et Benguela. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. J.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 1er DÉCEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes et de la comète Wolf, faites au grand instrument méridien de l'Observatoire de Paris, pendant le troisième trimestre de l'année* 1884. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(194) Procné.			
Juill. 1....	11h. 8m.45s	17h.50m.20s,05	»	82°.31'.34",5	»
		(40) Harmonia.			
Juill. 16....	12. 6.26	19.47.18,38	+ 2,74	114. 0.25,9	— 1",6
17....	12. 1.27	19.46.14,99	+ 2,53	»	»
18....	11.56.28	19.45.11,70	+ 2,47	114.10.16,7	— 1,5
19....	11.51.29	19.44. 8,79	+ 2,73	114.15. 7,9	+ 0,4
22....	11.36.34	19.41. 0,48	+ 2,68	114.29. 5,9	— 0,9
24....	11.26.39	19.38.57,00	+ 2,67	114.37.59,7	+ 0,2

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(40) Harmonia (suite).			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Juill. 29....	11. 2. 4	19.34. 0,85	+ 2,67	114.58.28,7	+ 3,0
31....	10.52.21	19.32. 9,28	+ 2,71	115. 5.51,4	+ 0,9
Août 1....	10.47.31	19.31.15,55	+ 3,00	115. 9.20,4	− 2,2
2....	10.42.42	19.30.22,45	+ 2,63	115.12.47,8	0,0
11....	10. 0.33	19.23.35,53	»	115.38.16,8	»
		(185) Eunice.			
Juill. 19....	10.35.31	18.27.58,30	− 0,59	85.53. 3,7	+ 0,4
		(221) Eos.			
Août 1....	12. 6.51	20.50.48,60	−24,22	103.57.47,9	+31,0
2....	12. 2.10	20.50. 3,53	−24,27	104. 5, 2,6	+29,7
14....	11. 6.14	20.41.17,07	−23,86	105.32.29,6	+22,1
16....	10.57. 1	20.39.55,35	−23,99	105.46.45,7	+21,9
18....	10.47.51	20.38.36,96	»	106. 0.59,6	»
20....	10.38.44	20.37.21,49	»	106.14.36,6	»
21....	10.34.12	20.36.45,65	»	»	»
23....	10.25.11	20.35.36,01	»	106.34.43,3	»
		(26) Proserpine.			
Août 2....	11.48.	»	»	114.41.29,1	»
16....	10.41.13	20.24. 4,43	»	115.13.42,6	»
21....	10.18. 4	20.20.34,65	»	115.19.24,2	»
22....	10.13.30	20.19.56,61	»	115.20. 7,1	»
23....	10. 8.58	20.19.20,32	»	115.20.39,9	»
		(114) Cassandre.			
Août 2....	11.57. 8	20.45. 0,10	+ 1,94	103.45.26,8	−10,9
14....	11. 0. 5	20.35. 6,38	+ 1,47	»	»
22....	10.22.52	20.29.19,89	»	»	»
23....	10.18.17	20.28.40,46	»	105.20.22,9	»
		(4) Vesta.			
Août 14....	11.36.45	21.11.53,12	+ 1,39	113.42.42,4	− 5,1
16....	11.27. 5	21.10. 4,35	+ 1,40	113.55.17,2	− 5,4
18....	11.17.27	21. 8.18,26	+ 1,39	114. 7.10,6	− 4,5
20....	11. 7.53	21. 6.35,47	+ 1,30	114.18.20,0	− 2,3
21....	11. 3. 8	21. 5.45,59	+ 1,32	114.23.35,1	− 3,4
22....	10.58.23	21. 4.56,72	+ 1,28	114.28.39,3	− 3,4

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(4) Vesta (suite).			
Août 23....	h m s 10.53.39	h m s 21. 4. 9,04	s + 1,26	° ′ ″ 114.33.30,0	″ — 4,6
29....	10.25.46	20.59.50,59	+ 1,23	114.58.25,0	— 2,1
Sept. 10....	9.32.52	20.54. 6,60	+ 1,14	115.25.55,5	— 2,0
11....	9.28.39	20.53.49,65	+ 1,23	115.26.55,2	— 2,6
12....	9.24.28	20.53.34,47	+ 1,20	115.27.44,5	— 2,2
13....	9.20	»	»	115.28.22,1	— 2,3
17....	9. 4. 2	20.52.46,97	+ 0,97	115.29. 3,9	— 1,5
18....	9. 0. 2	20.52.43,48	+ 1,20	115.28.45,8	— 3,0
19....	8.56. 4	20.52.41,55	+ 1,08	115.28.19,5	— 2,5
20....	8.52. 9	20.52.41,66	+ 1,09	115.27.43,2	— 1,6
22....	8.44.22	20.52.47,47	+ 0,98	115.25.58,5	— 1,6
26....	8.29.13	20.53.22,07	+ 1,24	115.20.31,5	— 3,2
29....	8.18.10	20.54. 6,92	+ 1,11	115.14.52,3	— 1,6
30....	8.14.33	20.54.25,37	+ 1,00	115.12.42,5	— 0,3
		(7) Iris.			
Août 14....	12. 4.38	21.39.50,30	+ 5,87	94. 9.42,4	—37,3
16....	11.54.49	21.37.53,03	+ 6,04	94.15.23,2	—36,3
18....	11.45. 0	21.35.54,92	+ 6,00	94.21.35,3	—35,3
20....	11.35.	»	»	94.29.14,0	—36,7
21....	11.30.16	21.32.58,17	+ 5,97	94.31.46,6	—34,0
22....	11.25.21	21.31.59,46	+ 5,70	94.35.20,8	—35,7
23....	11.20.28	21.31. 1,58	+ 5,87	94.39. 3,9	—34,2
29....	10.51.18	21.25.26,42	+ 5,81	95. 2.48,4	—34,8
Sept. 10....	9.54.58	21.16.15,94	»	95.53.52,9	»
11....	9.50.26	21.15.40,07	»	95.58. 7,0	»
12....	9.45.56	21.15. 5,78	»	96. 2.17,0	»
13....	9.41.28	21.14.33,43	»	96. 6.24,1	»
17....	9.23.54	21.12.42,79	»	96.22.19,0	»
18....	9.19.36	21.12.20,41	»	96.26. 8,0	»
19....	9.15.19	21.11.59,65	»	96.29.55,6	»
20....	9.11. 5	21.11.41,09	»	96.33.33,7	»
		(161) Athor.			
Août 29....	11. 6.40	21.40.50,76	»	118. 8.45,7	»
Sept. 10....	10.10.10	21.31.30,01	»	»	»
12....	10. 1.10	21.30.21,97	»	117. 6.19,0	»
17....	9.39	»	»	116.33.58,2	»
18....	9.35. 0	21.27.47,44	»	116.26.53,6	»

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(233) Astérope.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	
Août 29....	12. 0.40	22.35. 0,31	»	86.18.54,9	»
Sept. 11....	10.59.48	22.25.12,75	»	87.49.49,3	»
12....	10.55.10	22.24.31,42	»	87.57.27,5	»
13....	10.50.34	22.23.50,76	»	88. 5. 6,6	»
17....	10.32.17	22.21.17,25	»	88.35.45,0	»
19....	10.23.16	22.20. 7,40	»	88.51. 9,3	»
20....	10.18.46	22.19.33,72	»	88.58.46,6	»
22....	10. 9.52	22.18.31,00	»	89.13.57,8	»
23....	10. 5.27	22.18. 1,89	»	89.21.32,5	»
24....	10. 1. 3	22.17.33,70	»	89.29. 0,8	»
25 ...	9.56.40	22.17. 6,89	»	89.36.25,0	»
		(71) Niobé.			
Août 29...	12. 9.32	22.43.53,26	— 3,44	80.13. 3,2	+46,1
Sept. 10....	11.10. 8	22.31.38,02	— 3,49	80.17.27,3	+49,3
11....	11. 5.13	22.30.39,32	— 3,43	80.18.40,9	+47,3
12....	11. 0.19	22.29.41,11	— 3,50	80.20. 2,5	+46,1
13....	10.55.26	22.28.43,73	— 3,43	80.21.30,3	+44,3
17....	10.36. 1	22.25. 1,79	— 3,42	80.28.33,5	+46,1
18....	10.31.12	22.24. 8,76	— 3,15	80.30.32,9	+46,1
19....	10.26.24	22.23.16,15	— 3,45	80.32.35.4	+44,3
20....	10.21.37	22.22.24,89	— 3,41	80.34.48,8	+48,6
		(17) Thétis.			
Sept. 10....	10.36.42	21.58. 6,95	»	107.28.39,8	»
12....	10.27.36	21.56.52,00	»	107.37.43,7	»
13....	10.23. 4	21.56.16,61	»	107.41.59,3	»
17....	10. 5.13	21.54. 8,84	»	107.57. 3,4	»
18....	10. 0.50	21.53.40,82	»	108. 0.19,8	»
19....	9.56.27	21.53.14,46	»	108. 3.21,9	»
20....	9.52. 7	21.52.49,54	»	»	»
		(209) Didon.			
Sept. 10....	11.33.19	22.54.52,68	»	»	»
11....	11.28.36	22.54. 6,01	»	100.40.35,3	»
12....	11.23.54	22.53.19,48	»	100.42.58,6	»
13....	11.19.12	22.52.33,43	»	100.45.25,7	»
17....	11. 0.29	22.49.33,34	»	100.54. 4,9	»
18 ...	10.55.49	22.48.49,77	»	100.56. 0,2	»
19....	10.51.11	22.48. 7,13	»	100.57.48,1	»
22....	10.37.19	22.46. 2,22	»	101. 2.52,4	»
23....	10.32.44	22.45.22,97	»	»	»

Dates. 1884.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(200) Didon (suite).			
	h m	h m s		° ′	
Sept. 24....	10.28. 8	22.44.43,51	»	101. 5.45,5	»
25....	10.23.34	22.44. 5,07	»	»	»
		(238) Hypatie.			
Sept. 19....	10.13.54	22.10.43,58	»	93.23. 0,5	»
22....	10. 0.41	22. 9.18,77	»	93.48.41,4	»
23....	9.56.20	22. 8.53,02	»	93.57. 4,9	»
24....	9.51.59	22. 8.28,31	»	94. 5.19,8	»
25....	9.47.40	22. 8. 4,60	»	94.13.34,6	»
		Comète Wolf.			
Sept. 25....	8.57.40	21.17.57,14	»	69.49. 7,4	»
26....	8.54.24	21.18.36,59	»	70.16.48,9	»
29....	8.44.51	21.20.51,70	»	71.41.45,1	»

» Les comparaisons de Vesta se rapportent à l'éphéméride publiée dans le *Nautical Almanac*; celles d'Eunice à l'éphéméride publiée dans le n° 231 des circulaires du *Berliner Jahrbuch*. Toutes les autres se rapportent aux éphémérides du *Berliner Jahrbuch*.

» Les observations du 16 au 31 juillet inclus ont été faites par M. *P. Puiseux*; les autres par M. *Callandreau*. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Observations sur la réclamation de priorité faite par M.* Leplay, *relativement à la formation du nitrate de potasse dans la végétation;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Nous connaissions, comme l'Académie, les nombreux travaux publiés par M. Leplay sur la formation du sucre dans la betterave et le maïs; aussi avons-nous appris avec une extrême surprise qu'il revendiquait la priorité de nos propres expériences sur les azotates, et qu'il les regardait comme une confirmation des siennes, lesquelles auraient établi en 1882 les principaux de nos résultats.

» Nous nous sommes empressés de relire les huit Mémoires de ce savant chimiste, cités dans sa réclamation, et nous avons constaté qu'il n'y avait rien de commun entre ses travaux et les nôtres, ni dans les faits ni dans les conclusions.

» En effet, quant aux faits, M. Leplay n'a publié dans les Notes précitées aucune analyse relative à la répartition de l'azotate de potasse dans aucune plante, fût-ce dans la betterave; ni même à sa présence, connue d'ailleurs depuis le siècle dernier, ainsi que nous l'avons rappelé. Il n'a pas publié davantage d'observation précise, même qualitative, relativement à l'existence ou au dosage d'un acide organique déterminé, tel que l'acide oxalique, tartrique ou citrique, dans la betterave ou dans le maïs, seules plantes qu'il ait examinées. Ses analyses, quel qu'en puisse être l'intérêt à d'autres points de vue, concernent uniquement le dosage du sucre, celui de la potasse et de la chaux et les migrations de ces bases, lesquelles suivent des lois toutes différentes de celles des azotates.

» Tout ce qu'il a publié à l'égard des acides se réduit à certaines suppositions théoriques qui lui sont propres, d'après lesquelles les acides végétaux contenus dans la betterave résulteraient de la « transformation orga-
» nique de l'acide carbonique des bicarbonates et de l'acide carbonique
» libre, contenus dans le sol et absorbés en dissolution dans l'eau... Les
» tissus des radicules et des racines ont pour fonction organique et chimique
» la transformation de l'acide carbonique de ces sels en acides végétaux. »
(*Comptes rendus*, t. XCV, p. 893, 963, 1335).

» L'excès d'oxygène se dégagerait à l'état de liberté, ou se porterait sur l'azote de l'ammoniaque, absorbée elle-même à l'état de bicarbonate (supposé), pour former l'albumine et l'azotate de potasse.

» La seule preuve qu'il présente à l'appui de ces suppositions consiste, non dans des expériences ou des analyses relatives aux acides, expériences et analyses qu'il ne donne pas, mais dans des équations hypothétiques telles que la suivante :

« Formation des tissus, de l'albumine, de l'azotate et de l'azotite de potasse (p. 964):

$$40(C^2O^4, AzH^3) + 26(C^2O^4, KO) + 2(C^2O^4, CaO)$$
$$= 2(C^{40}Az^5H^{31}O^{12}) + 2(C^{12}H^{10}O^{10}, CaO) + 24(AzO^5, KO)$$
$$+ 2(AzO^3, KO) + 38(HO) + 32CO^2 + Az^4. \text{ »}$$

» Suivent quatre équations analogues.

» Les chimistes et les botanistes apprécieront le mérite de ces conjectures. Quant à nous, nous n'avons jamais ni observé, ni écrit rien de semblable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Les relations algébriques entre les fonctions hyperelliptiques d'ordre n* [suite ([1])]. Note de M. **Brioschi.**

« 3° Avant de rechercher si d'autres fonctions hyperelliptiques existent qui jouissent de la propriété établie dans mon précédent article, je vais démontrer que les $2n$ fonctions $x_1, x_2, \ldots, y_1, y_2, \ldots$ sont liées entre elles par $n-1$ relations biquadratiques homogènes. On arrive tout de suite à ces équations au moyen des relations précédentes. En effet, en multipliant entre elles la première des relations (4) et la première des relations (5), on a, à cause de la seconde des équations (2),

$$(6)\qquad 0 = -\frac{(st)^2}{g(a_s)g(a_t)}p_{st}^4 + (st)p_{st}^2\left[\frac{P}{g(a_s)} - \frac{Q}{g(a_t)}\right] + PQ - R^2 = 0,$$

laquelle, en se rappelant la valeur (3) de p_{st}^2, est évidemment une équation biquadratique homogène entre $x_1, x_2, \ldots, y_1, y_2, \ldots$.

» De la même manière, les autres relations (4), (5), (6) conduisent à la suivante

$$(7)\qquad 0 = -\frac{(st)^2}{g(a_s)g(a_t)}p_{st}^4 + (st)p_{st}\left[\frac{(tm)S}{g(a_s)} - \frac{(sm)T}{g(a_t)}\right] + ST - U^2 = 0,$$

qui donne $n-1$ équations biquadratiques homogènes entre $x_1, x_2, \ldots, y_1, y_2, \ldots$ pour $m = m_1, m_2, \ldots, m_{n-1}$. Mais, en divisant les termes de cette dernière équation par $(sm)(tm)k'(a_m)$ et en additionnant celles qui en dérivent en posant $m = m_1, m_2, \ldots, m_{n-1}$, on retrouve, en ayant égard à la valeur (3) de p_{st}^2, l'équation précédente (6); on a donc ce second résultat. Les $2n$ fonctions $x_1, x_2, \ldots, x_n$; $y_1, y_2, \ldots, y_n$ sont liées entre elles par $n-1$ équations biquadratiques homogènes.

» 4° Cela posé, je reviens aux relations générales (1). Si dans la première on suppose $\mu = r$, on a

$$(st)p_r p_{st} = \sqrt{(rs)(rt)g'(a_r)}\,(p_s y_r - p_t x_r)$$

et, en conséquence,

$$(8)\qquad (st)^2 p_{st}^2 \frac{p_r^2}{g'(a_r)} = (rs)(rt)\left\{(st)p_{st}^2\left[\frac{y_r^2}{g(a_t)} - \frac{x_r^2}{g(a_s)}\right] - A\right\},$$

([1]) Voir les *Comptes rendus* de la précédente séance.

où

$$A = P y_r^2 + Q x_r^2 - 2 R x_r y_r.$$

» Or, le second membre de cette équation n'étant pas, *en général*, divisible par p_{st}^2, on a ce résultat. Les carrés des fonctions à un indice p_{r_1}, p_{r_2}, ..., p_{r_n} s'expriment en fonction de $x_1, x_2, \ldots, y_1, y_2, \ldots$ par des fonctions dont les numérateurs sont des fonctions biquadratiques homogènes, et le dénominateur commun est une fonction linéaire des carrés de ces fonctions.

» De même, si l'on pose dans la relation indiquée $\mu = m$, on arrive à l'équation

$$(9)\quad \left\{ \begin{aligned} (st)^2 p_{st}^2 \frac{p_m^2}{g(a_m)} &= -(st)^2 \frac{p_{st}^4}{g(a_s) g(a_t)} [(sm) + (tm)] \\ &\quad + (st) p_{st}^2 \mathrm{H} + (sm)(tm) \mathrm{B}, \end{aligned} \right.$$

dans laquelle

$$\mathrm{H} = \frac{(tm)}{g(a_s)} [\mathrm{P} + (sm)\mathrm{S}] - \frac{(sm)}{g(a_t)} [\mathrm{Q} + (tm)\mathrm{T}],$$

$$\mathrm{B} = \mathrm{QS} + \mathrm{PT} - 2\mathrm{RU}.$$

» En opérant de la même manière sur la seconde des relations (1), on arrive à ces formules : pour $\mu = r$, $\nu = m$,

$$(10)\quad \left\{ \begin{aligned} &(st)^2 p_{st}^2 \frac{(rm)^2 p_{rm}^2}{g(a_m) g'(a_r)} \\ &\quad = (rs)(rt) \left\{ (st) p_{st}^2 \left[\frac{(sm)}{g(a_t)} y_r^2 - \frac{(tm)}{g(a_s)} x_r^2 \right] - (sm)(tm)\mathrm{C} \right\}, \end{aligned} \right.$$

$$\mathrm{C} = \mathrm{S} y_r^2 + \mathrm{J} x_r^2 - 2 \mathrm{U} x_r y_r;$$

pour $\mu = r_1$, $\nu = r_2$,

$$(11)\quad (st)^2 p_{st}^2 \frac{(r_1 r_2)^2 p_{r_1 r_2}^2}{g'(a_{r_1}) g'(a_{r_2})} = (r_1 s)(r_2 t)(r_2 s)(r_2 t)(x_1 y_2 - x_2 y_1)^2;$$

enfin, pour $\mu = m_1$, $\nu = m_2$,

$$(12)\quad \left\{ \begin{aligned} (st)^2 p_{st}^2 \frac{(m_1 m_2)^2 p_{m_1 m_2}^2}{g(a_{m_1}) g(a_{m_2})} &= -(st)^2 \frac{p_{st}^4}{g(a_s) g(a_t)} [(sm_1)(tm_2) + (sm_2)(tm_1)] \\ &\quad + (st) p_{st}^2 \mathrm{K} + (sm_1)(sm_2)(tm_1)(tm_2) \mathrm{D}, \end{aligned} \right.$$

où

$$\mathrm{K} = \frac{(tm_1)(tm_2)}{g(a_s)} [(sm_1)\mathrm{S}_1 + (sm_2)\mathrm{S}_2] - \frac{(sm_1)(sm_2)}{g(a_t)} [(tm_1)\mathrm{T}_1 + (tm_2)\mathrm{T}_2],$$

$$\mathrm{D} = \mathrm{S}_1 \mathrm{T}_2 + \mathrm{S}_2 \mathrm{T}_1 - 2 \mathrm{U}_1 \mathrm{U}_2.$$

» En conclusion, les seuls carrés des fonctions hyperelliptiques p_s, p_t, p_{st}, p_{ms}, p_{mt} peuvent s'exprimer par des fonctions linéaires de x_1^2, x_2^2, ..., y_1^2, y_2^2, ..., tandis que les carrés des autres $2n-1$ fonctions à un seul indice et les carrés des autres $(n-1)(2n-1)$ fonctions à deux indices multipliés par p_{st}^2 sont des fonctions biquadratiques homogènes de x_1, x_2, ..., y_1, y_2, ...

» 4° *Cas d'exception.* — Supposons $n=2$; dans ce cas, on trouve que

$$PQ - R^2 = (x_1y_2 - x_2y_1)^2$$

et que A, B, C, D sont égaux à cette même expression multipliée par des facteurs constants. Les relations (8) à (12) seront donc, à cause de l'équation (6), divisibles par p_{st}^2, et, en conséquence, les carrés de toutes les fonctions hyperelliptiques du second ordre peuvent s'exprimer en fonctions linéaires de quatre d'entre elles, qui sont liées par une relation biquadratique, comme il est connu.

» Pourtant ce cas, qui semble exceptionnel, rentrera dans la règle générale lorsque j'aurai démontré ce théorème, qui découle des formules précédentes :

» *Les carrés de toutes les fonctions hyperelliptiques d'ordre n, à un et à deux indices, peuvent s'exprimer par des fonctions linéaires des carrés de* $\frac{1}{2}(n^2+n+2)$ *d'entre elles.* »

MÉCANIQUE. — *Note sur les lois du frottement;* par M. **G.-A. Hirn.**

« Les personnes qui s'occupent de Mécanique appliquée auront, comme moi, lu avec intérêt la Notice de M. Marcel Deprez, parue aux *Comptes rendus* du 17 novembre. Les résultats obtenus par M. Deprez, dans l'étude d'un cas particulier de frottement, concordent remarquablement avec ceux que j'ai indiqués sous une forme générale et assez complète, il y a trente ans. Quoique mon travail ait paru dans deux publications assez répandues, les faits qui y sont signalés semblent encore peu connus. Il me sera permis de les indiquer ici, sous la forme la plus concise.

» Vers la fin de 1847, j'avais terminé une longue série de recherches des plus variées sur les lois qui président aux frottements des diverses pièces de nos machines. Par suite d'obstacles dont le souvenir m'est resté longtemps pénible, et qui étaient de nature à tempérer étrangement le zèle d'un commençant, le Mémoire où j'avais rassemblé et discuté les résultats de mes expériences n'a pu paraître que huit années plus tard (*Bul-*

letin de la Société industrielle de Mulhouse, 1855). Notre aimé et vénéré Confrère Combes en a peu après rendu compte dans le *Bulletin de la Société d'encouragement* et l'y a fait insérer presque intégralement. Voici l'énoncé des faits principaux que j'ai constatés :

» I. Il existe une grande différence entre les phénomènes que présente le frottement de deux pièces qui glissent l'une sur l'autre, selon qu'elles sont sèches et en contact immédiat, ou qu'elles sont séparées par une couche d'une matière lubrifiante (huile, graisse, eau, *air*).

» II. Dans le cas des frottements que j'ai appelés *immédiats* (ceux où les deux surfaces glissantes sont sèches), le *coefficient* du frottement, autrement dit le rapport de la charge qui presse les surfaces l'une contre l'autre et de l'*effort moteur*, le coefficient de frottement, dis-je, est indépendant des vitesses, des surfaces et de la charge.

» III. Il n'en est plus ainsi pour les frottements que j'ai appelés *médiats*, pour ceux où, comme c'est le cas à peu près général, les surfaces sont séparées par une matière onctueuse. Ici, le coefficient du frottement est *toujours* une fonction de la vitesse, de la charge et de l'étendue des surfaces en regard.

» IV. Par suite de causes de trouble nombreuses, dont il est aisé de discerner l'origine, mais dont il est souvent impossible d'empêcher l'intervention, il est fort difficile d'arriver aux lois précises qui régissent les phénomènes. La quantité de matière onctueuse que le mouvement entraîne sous les surfaces en regard, la température de cette matière (du moins en général), etc., font varier la valeur du coefficient de frottement, la plupart du temps, dans le cours d'une même expérience.

» V. Cependant, on peut dire que, dans l'état habituel des pièces glissantes de nos machines (tourillons, glissières ou patins qui guident les tiges des pistons de machines à vapeur, etc.), l'effort nécessaire pour surmonter la résistance est proportionnel aux racines carrées des surfaces en regard, aux racines carrées des charges qui les appuient l'une sur l'autre, et (lorsque le graissage est abondant) aux vitesses.

» VI. L'influence des vitesses est toutefois des plus complexes. Avec de grandes vitesses, ou du moins quand les charges qui appuient les pièces l'une sur l'autre sont faibles relativement à l'étendue des surfaces glissantes, un grand nombre de liquides, bien différents des huiles, peuvent devenir des lubrifiants. Que dis-je? l'air, dans de certaines conditions particulières et lorsqu'il est amené en quantité suffisante entre les surfaces, devient le meilleur des lubrifiants, le coefficient de frottement pouvant

alors s'abaisser à $\frac{1}{10000}$. Lorsque, au contraire, les vitesses sont trop faibles ou les charges relatives trop grandes, la matière onctueuse peut se trouver expulsée; le frottement *médiat* devient alors *immédiat*, et le coefficient du frottement peut s'élever de $\frac{1}{100}$ à $\frac{2}{10}$.

Les phénomènes relatés par M. Deprez sont en pleine concordance avec ce qui vient d'être dit. Lorsque, comme l'a très bien fait cet habile observateur, on détermine la valeur du coefficient de frottement d'après le ralentissement gradué d'un volant de machine, par exemple, les tourillons, fortement lubrifiés à leur état normal, donnent une résistance à très peu près proportionnelle aux vitesses; mais, la vitesse finissant par devenir trop faible, il arrive un moment où la matière onctueuse n'est plus entraînée en quantité suffisante sous les surfaces. Le frottement médiat devient dès lors immédiat, et le coefficient de frottement croît avec une rapidité très grande. La courbe tracée dans ces conditions indique une résistance d'abord décroissante, et puis, tout d'un coup pour ainsi dire, rapidement croissante. J'ajoute qu'une cause accessoire peut ici modifier la marche de la courbe descendante. Le frottement développe de la chaleur et, par suite, produit une élévation de température dans les pièces; lorsque la vitesse diminue, la température diminue nécessairement, et le pouvoir lubrifiant de l'huile diminue aussi dans une certaine mesure. Le frottement diminue, par suite, moins que dans le rapport direct des vitesses.

» Il serait vivement à désirer que M. Deprez voulût bien continuer ses belles expériences, en modifiant les charges, en tenant compte des températures, etc. (si toutefois il ne l'a déjà fait). Peut-être M. Deprez sera-t-il plus heureux qne moi et parviendra-t-il à modifier les opinions qui règnent encore généralement sur cette question. D'après ce que je vois en effet, les auteurs de plusieurs gros volumes de Physique et de Mécanique appliquée, que j'ai dans ma bibliothèque et dont la publication pourtant est récente, ne semblent pas connaître les faits que j'ai mis hors de doute il y a trente ans. »

M. l'amiral **Jurien de la Gravière** fait hommage à l'Académie de deux Volumes qu'il vient de publier sous le titre « La marine des Ptolémées et la marine des Romains : t. I. La marine de guerre; t. II. La marine marchande ».

NOMINATIONS.

En réponse à la Lettre adressée par M. le Ministre de l'Instruction publique, et sur la présentation faite par la Commission nommée dans la séance précédente, l'Académie décide que M. *Fremy* sera désigné à M. le Ministre des Finances, pour remplacer M. Dumas dans la Commission du contrôle de la circulation monétaire.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

STATISTIQUE. — *Etude statistique sur le choléra dans les hôpitaux civils de Paris, du* 23 *au* 30 *novembre* 1884. Note de M. **Emile Rivière**, présentée par M. Bouley.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« J'ai l'honneur de communiquer à l'Académie la suite de mes recherches sur la marche de l'épidémie cholérique, depuis le 22 novembre minuit, jusqu'au 30 novembre même heure.

» La décroissance pendant cette période a été de plus en plus prononcée et des plus rassurantes. Voici les chiffres exacts, tels que nous les avons relevés chaque jour, comme pour notre précédent travail.

» Le nombre des cas de choléra reçus ou développés dans les hôpitaux et hospices civils de Paris pendant les huit jours écoulés du 23 au 30 novembre *inclusivement* est de 66, dont 34 hommes et 32 femmes, soit une moyenne extrêmement faible de 8,25 par jour.

» Pendant le même laps de temps, la mortalité a été de 54 décès, dont 27 hommes et 27 femmes, soit également une moyenne de 6,75 par jour. Il ne faudrait pas conclure de ce dernier chiffre que la mortalité, proportionnellement aux nombres des cas, a augmenté, car sur ces 54 décès un assez grand nombre se rapportent à des malades en traitement antérieurement au 23 novembre.

» La journée où il est entré le plus de cholériques dans les hôpitaux a été le 24 novembre (16 cas); celles où l'on compte le plus petit nombre d'admissions ont été le 26 et le 30 novembre (3 cas).

» Le jour de la plus grande mortalité a été le 23 novembre (12 décès); le jour du plus petit nombre de décès a été le 27 novembre (2 décès).

» Pendant la période du 23 au 30 novembre, on n'a eu à constater — nouvelle preuve de la décroissance de l'épidémie — que 5 cas intérieurs, dont 2 appartiennent au personnel hospitalier : 1 infirmier de l'hôpital Bichat et 1 infirmière. Cette dernière mérite peut-être d'appeler plus particulièrement l'attention, en ce sens qu'elle a été atteinte du choléra dans les baraquements d'Aubervilliers, *exclusivement consacrés à recevoir les cholériques convalescents* (1).

» Ces baraquements avaient été ouverts le 22 novembre, et quarante-huit heures plus tard cette femme, âgée de 36 ans, était prise des premiers symptômes du mal (vomissements répétés, diarrhée, etc.). Le lendemain, 25 novembre, elle était transportée à l'hôpital Bichat, où elle succombait, le 28, aux atteintes d'un choléra parfaitement confirmé.

» D'ailleurs, nous devons ajouter, d'après les renseignements que M. le Dr Gombault, chef du service, a bien voulu nous donner, que plusieurs rechutes d'accidents cholériformes plus ou moins graves ont été constatées parmi les convalescents. Ces malades, atteints pour la seconde fois, ont été aussitôt évacués sur l'hôpital Bichat.

» Le nombre des malades sortis définitivement guéris des hôpitaux de Paris, du 23 au 30 novembre, est de 134, soit 92 hommes et 42 femmes, de sorte que ce matin, 1er décembre 1884, il ne restait plus en traitement dans ces hôpitaux que 99 cholériques.

» Au point de vue de l'âge, nous constatons que les individus qui ont surtout été atteints par le fléau avaient : les hommes de 31 à 70 ans et les femmes de 31 à 40 ans. Au delà de 70 ans, nous ne trouvons pas un seul cas. Quant aux enfants, au-dessous de 15 ans, ils sont au nombre de 10, dont 5 petits garçons et 5 petites filles. Cinq d'entre eux sont âgés de moins de 5 ans. Le plus jeune, une petite fille, n'avait que 3 mois. Elle était entrée avec sa mère, le 29 novembre, à l'hôpital Bichat. La mère a succombé le jour même.

» Comme sexe, la proportion est à peu près égale : 34 hommes et 32 femmes.

» Les professions les plus décimées continuent à être celles de journaliers

(1) Ces baraquements sont installés sur les glacis des fortifications de Paris, non loin de la porte d'Aubervilliers.

d'abord (12) et de domestiques ensuite (10); puis celles de couturières et de modistes (4), de chiffonniers (3), de blanchisseurs (3).

» A ce propos, et pour répondre à une question que M. Fremy a bien voulu nous adresser, nous dirons que, depuis le début de l'épidémie jusqu'à ce jour, *pas un seul vidangeur* n'a été atteint et que 2 *égoutiers* seulement ont été frappés par le fléau.

» Enfin, au point de vue des arrondissements atteints, nous remarquons que le XIe et le XIXe restent encore les deux qui ont envoyé le plus de cholériques dans les hôpitaux de Paris (15 et 11); que quatre arrondissements n'en ont envoyé aucun : les IIe, VIIe, XIVe et XXe, et que les autres n'en ont fait admettre que de 1 à 4.

» D'autre part, plusieurs localités de la banlieue ont envoyé un nombre relativement assez considérable de cholériques dans les hôpitaux de Paris : 13, soit $\frac{1}{5}$ du chiffre total des admissions de ces huit journées. Ces localités sont : Clichy, 6 cas; Alfort, Aubervilliers, Boulogne, Charenton, Montrouge, Neuilly, Pantin, 1 cas chacun.

» En résumé, depuis le début de l'épidémie dans les hôpitaux civils de Paris, c'est-à-dire depuis la nuit du 4 au 5 novembre 1884 jusqu'à ce matin 1er décembre, on compte 1037 cas de choléra traités dans les hôpitaux de Paris, dont 66 seulement se sont développés dans l'intérieur des établissements hospitaliers, soit 6,36 pour 100. Ce fait est absolument contraire à ce qui s'est passé dans une épidémie précédente où un très grand nombre de cas se sont *déclarés* dans les hôpitaux sur des malades entrés pour toute autre affection. Sur ces 1037 cholériques, on compte 565 décès (soit 54,49 pour 100), 373 guérisons définitives et 99 malades restant en traitement le 1er décembre au matin).

» Avant de terminer cette seconde Communication, nous croyons devoir appeler l'attention de l'Académie sur ce fait particulier, que les trois premiers cas de choléra qui se sont déclarés à la Salpêtrière, dans les journées des 5 et 6 novembre, sont ceux de trois femmes placées dans trois services distincts et séparés les uns des autres : l'une, dans le service de médecine de M. Charcot; la seconde, dans celui de M. Voisin, et la troisième dans le service de chirurgie de M. Terrillon.

» Nous ajouterons aussi ce fait, que la première cholérique de la Salpêtrière, une aliénée, n'était pas sortie de cet hôpital depuis quatre ans, de sorte que ce n'est point au dehors qu'elle a contracté le germe de l'affection cholérique à laquelle elle a succombé, mais qu'il s'agit bien là d'un cas intérieur, absolument né sur place.

» Enfin, nous avons appris par M. le Dr Dujardin-Beaumetz que les deux infirmières de la Maternité, dont nous avons parlé dans notre précédent travail, et qui, *seules*, dans cet établissement, avaient été atteintes par le choléra, sont les *seules* aussi qui aient refusé de boire de l'eau bouillie. »

M. **Ch. Kellner** adresse une étude sur diverses substances chimiques, propres à influer sur le développement des organismes inférieurs, dans le traitement du choléra.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant).

M. **A. Leroy** adresse une Note relative à un système de locomotion aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats).

CORRESPONDANCE.

M. **Jamin** place sous les yeux de l'Académie un certain nombre de photographies d'étincelles électriques, obtenues directement, sans objectif, par le passage de l'étincelle sur la couche sensible de la glace de verre ; par M. *Ducretet*.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Barnard, faites à l'observatoire de Nice (équatorial Gauthier-Eichens de* $0^m,38$ *d'ouverture)*; par M. **Perrotin.** (Présentées par M. Faye.)

Date 1884.	Étoiles.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Nombre de comp.
		h m s	h m s		° ′ ″		
Octobre 11......	1	8. 8.33	20.52.49,58	$\bar{2}$,890	110.21.58,7	−0,902	5
13......	2	8.28.39	20.59. 4,50	$\bar{1}$,079	109.38.15,6	−0,897	6
14......	3	8.10. 7	21. 2. 5,45	$\bar{2}$,932	109.17. 2,4	−0,898	10
15......	4	8.23.51	21. 5. 9,46	$\bar{1}$,055	108.55.17,1	−0,895	8
Nov. 7......	5	7. 1. 6	22. 7.36,66	$\bar{3}$,750	101.12.29,8	−0,863	6
8......	6	7. 3.24	22.10. 4,36	$\bar{2}$,123	100.53.47,6	−0,860	5
20......	7	7.25.38	22.38.21,85	$\bar{2}$,956	97.18.20,4	−0,839	5

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1884,0.

Etoiles.	Noms.	Autorité.	Ascension droite.	Réduction au jour.	Distance polaire.	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
1.....	η Capricorne.	Stone.	20.57.48,15	+3,29	110.18.45,9	−19,2
2.....	Arg. OEltzen 21053.	Arg. OEltzen.	20.56. 9,40	+3,24	109.42.10,9	−19,2
3.....	$Lamont_6$ 1350.	Lamont.	21. 2.16,48	+3,24	109.11.40,0	−19,5
4.....	Arg. OEltzen 21180.	Arg. OEltzen.	21. 3.49,72	+3,23	108.55.41,2	−19,6
5.....	Anonyme.	comp. à Santini 2488.	22. 7.28,41	+3,02	101.14.16,9	−22,0
6.....	Anonyme.	comp. à Santini 2511.	22. 9.54,44	+3,10	100.54.16,3	−22,2
7.....	Anonyme.	comp. à $Lamont_3$ 4649.	22.38.27,08	+3,07	97.17. 0,2	−22,5

» *Nota.* — La comète était, en dernier lieu, très faible. Les trois observations de novembre ont été faites à la limite de la visibilité, celle du 20 surtout ; à cette date, la comète avait l'apparence d'une tache blanchâtre, ronde, de 2′ ou 3′ d'arc de diamètre. Pour la rendre sensible à l'œil et bien saisir sa position exacte, on était obligé d'agiter légèrement la lunette en ascension droite, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un tremblement de terre ressenti à Nice le 27 novembre.* Extrait d'une Lettre de M. **Perrotin** à M. Faye.

« Nous avons ressenti à l'observatoire de Montgros un léger tremblement de terre, le 27, à $11^h 5^m$, 6, temps moyen de Nice.

» J'étais à l'équatorial, où j'observais Hypérion. A ce moment, Saturne, que je tenais sous le fil mobile du micromètre, se mit à osciller d'une manière insolite de part et d'autre du fil, en décrivant des arcs de 10″ à 15″ d'amplitude. Le phénomène dura environ 15^s de temps. Il fut accompagné de craquements dans le plancher de la salle. Il ne faisait pas de vent. M. Thollon remarqua des manifestations du même genre, dans la chambre où il se trouvait à ce moment.

» Comme je pensais que nos enregistreurs magnétiques devaient avoir été influencés au moins mécaniquement, j'ai prié M. Landry de développer les feuilles du magnétographe.

» Je vous en envoie deux, celle de la force horizontale et celle de la déclinaison. J'appelle votre attention sur la deuxième ; en A, on voit à l'œil, mieux encore à la loupe, des oscillations qui sont dues certainement aux trépidations du sol au moment du tremblement de terre.

» Plus tard, il y a eu des perturbations magnétiques tout à fait extraor-

dinaires et, si l'on compare les courbes des 27, 28 à celles des jours antérieurs, on ne voit rien de semblable [1].

» Faut-il attribuer ces perturbations magnétiques exceptionnelles aux phénomènes qui ont suivi le tremblement de terre, ou est-ce une coïncidence fortuite? C'est ce que, pour mon compte, je ne me permettrai pas de décider. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales algébriques.* Note de M. E. Picard, présentée par M. Hermite.

« Considérons une relation algébrique entre trois variables x, y, z. Nous effectuons sur x, y, z une substitution homographique arbitraire, et soit, en désignant les variables par les mêmes lettres,

$$f(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

la nouvelle équation obtenue, f étant un polynôme de degré m. Cette équation définira une fonction algébrique z de x et y. J'envisage l'intégrale de différentielle totale

$$\int_{x_0, y_0}^{x, y} P\,dx + Q\,dy,$$

P et Q étant des fonctions rationnelles de x, y, z et la condition d'intégrabilité étant satisfaite.

» Parmi de telles intégrales, en nombre illimité, en existe-t-il qui restent *finies* pour toute valeur finie ou infinie des variables indépendantes x et y? C'est ce que nous allons chercher. En supposant que la surface (1) ne possède que des singularités ordinaires, c'est-à-dire qu'elle n'a que des points doubles isolés, dont le cône des tangentes ne se réduit pas à deux plans et, en outre, des courbes doubles, les deux plans tangents en tout point de la courbe double étant distincts. On reconnaîtra que, si une telle intégrale existe, elle est nécessairement de la forme

$$\int_{(x_0, y_0, z_0)}^{(x, y, z)} \frac{B\,dx - A\,dy}{f'_z(x, y, z)}, \tag{2}$$

A et B étant des polynômes de degré $m-2$ en x, y, z pris simultanément; de plus, B est seulement de degré $m-3$ en x et z, et A de degré $m-3$

---

[1] La courbe de la composante verticale ne donne rien de bien sensible.

en y et z. On doit pouvoir, en outre, trouver un troisième polynôme C, d'ordre $m-2$ en x, y, z et de degré $m-3$ en x et y. Les polynômes A, B, C satisfont à l'identité

$$(3)\qquad A\frac{\partial f}{\partial x}+B\frac{\partial f}{\partial y}+C\frac{\partial f}{\partial z}=\left(\frac{\partial A}{\partial x}+\frac{\partial B}{\partial y}+\frac{\partial C}{\partial z}\right)f(x,y,z).$$

» Les conditions *nécessaires* que nous venons d'indiquer sont *suffisantes*, en ajoutant toutefois que, dans le cas où il y a une courbe double, les surfaces

$$A=0,\quad B=0,\quad C=0$$

passent par la courbe double.

» Dans ces conditions, l'intégrale (2) aura une valeur *finie* et *déterminée* pour tout point simple de la surface situé à distance finie; elle aura une valeur *indéterminée*, mais *finie*, pour tout point double isolé de la surface, et il en sera de même pour les points à l'infini.

» On peut substituer à la relation (3) une relation plus symétrique. La forme rendue homogène $f(x,y,z,t)$, de degré m, devra être telle que l'on puisse trouver trois polynômes θ_1, θ_2, θ_3, θ_4 d'ordre $m-3$, satisfaisant à la relation

$$\theta_1\frac{\partial f}{\partial x}+\theta_2\frac{\partial f}{\partial y}+\theta_3\frac{\partial f}{\partial z}+\theta_4\frac{\partial f}{\partial t}=0,$$

et l'on doit avoir entre ces polynômes la relation

$$\frac{\partial\theta_1}{\partial x}+\frac{\partial\theta_2}{\partial y}+\frac{\partial\theta_3}{\partial z}+\frac{\partial\theta_4}{\partial t}=0.$$

» D'après les théorèmes précédents, on saura reconnaître, étant donnée une relation algébrique entre trois variables, s'il existe ou non des intégrales correspondantes *de première espèce*, en désignant ainsi, par analogie, les intégrales qui restent toujours finies. Il n'en est pas ici comme dans le cas des courbes algébriques; la surface la plus générale de degré m ne possède pas d'intégrales de première espèce.

» Nous considérerons comme indépendantes deux intégrales de première espèce quand elles ne seront pas fonctions l'une de l'autre. Les surfaces du second et du troisième ordre, étant unicursales, ne posséderont pas d'intégrales de première espèce; c'est dans les surfaces du quatrième degré que l'on rencontre les premières surfaces avec de telles intégrales, et une surface du quatrième degré ne peut posséder plus d'une intégrale.

» Si les coordonnées d'un point d'une surface s'expriment par des fonc-

tions abéliennes de deux paramètres u et v, et cela de telle manière qu'à un point *quelconque* de la surface ne corresponde qu'un seul système de valeurs de u et v (abstraction faite de multiples des périodes), la surface possédera deux intégrales indépendantes de première espèce, et deux seulement.

» Remarquons, en passant, que, comme il est bien connu, les coordonnées d'un point de la surface de Kummer s'expriment par des fonctions abéliennes de deux paramètres u et v, mais les remarques précédentes ne s'y appliquent pas, car l'on reconnaît aisément que, dans ce cas, à un point *quelconque* de la surface correspondent *deux* systèmes de valeurs de u et v.

» Les résultats précédents permettent de reconnaître, étant donnée une surface

$$f(x, y, z) = 0,$$

si l'on peut exprimer x, y et z par des fonctions abéliennes de deux paramètres, et de la manière indiquée plus haut. Il devra exister deux intégrales indépendantes de première espèce, et deux seulement; on pourra les former; désignons-les par

$$\int P\,dx + Q\,dy \quad \text{et} \quad \int P_1\,dx + Q_1\,dy\,;$$

on aura alors à étudier le système des deux équations

$$\begin{aligned} P\,dx + Q\,dy &= du, \\ P_1\,dx + Q_1\,dy &= dv, \end{aligned}$$

et nous montrons comment on pourra reconnaître si l'on peut satisfaire à ces équations par des fonctions uniformes x et y de u et v; s'il en est ainsi, x, y et z seront des fonctions abéliennes de ces deux paramètres. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur deux formules trigonométriques d'interpolation, applicables, l'une aux fonctions paires, l'autre aux fonctions impaires.* Note de **M. G. Fouret.**

« 1. L'importance des séries trigonométriques, au point de vue des applications, m'a paru donner quelque intérêt à une solution nouvelle et plus générale que celles déjà connues de la question suivante :

» *Trouver une fonction linéaire des sinus d'un arc et de ses $n - 1$ premiers multiples, qui, pour $2n + 1$ valeurs données de cet arc, prenne $2n + 1$ valeurs données correspondantes.*

» Lagrange[1], à l'occasion du célèbre problème de la corde vibrante, a résolu la question dans le cas particulier où les valeurs données à l'arc forment une progression arithmétique ayant pour raison une partie aliquote de la circonférence. Le cas, déjà plus étendu, où les valeurs de l'arc forment une progression arithmétique quelconque a été traité par Le Verrier[2], puis repris, il y a quelques années, par M. Houël[3], qui en a donné une nouvelle solution plus simple, mais nécessitant une analyse encore assez pénible. Tout en n'assujettissant les valeurs données à la variable qu'à la condition d'être deux à deux équidifférentes de l'une d'elles, je parviens, presque sans calcul, à un résultat aussi élégant dans la forme que commode pour les applications.

» Pour pouvoir résoudre le problème dans les termes que je viens d'indiquer, je m'occuperai, dans cette première Note, des deux cas particuliers d'une fonction paire et d'une fonction impaire, et j'en donnerai une solution entièrement générale.

» 2. Soient $a, b, c, \ldots, h, k, l$ des arcs quelconques en nombre $n+1$. Les déterminants

$$\Delta_\Upsilon = \begin{vmatrix} 1 & \cos a & \cos 2a & \ldots & \cos na \\ 1 & \cos b & \cos 2b & \ldots & \cos nb \\ \cdot & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & \cos k & \cos 2k & \ldots & \cos nk \\ 1 & \cos l & \cos 2l & \ldots & \cos nl \end{vmatrix}, \quad \Delta_\sigma = \begin{vmatrix} \sin a & \sin 2a & \ldots & \sin na \\ \sin b & \sin 2b & \ldots & \sin nb \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \sin h & \sin 2h & \ldots & \sin nh \\ \sin k & \sin 2k & \ldots & \sin nk \end{vmatrix},$$

le premier d'ordre $n+1$, le second d'ordre n, se réduisent, étant développés, aux expressions remarquables qui suivent :

$$\Delta_\Upsilon = 2^{\frac{n(n-1)}{2}} \mathrm{P}(a, b, c, \ldots, k, l), \quad \Delta_\sigma = 2^{\frac{n(n-1)}{2}} \mathrm{R}(a, b, c, \ldots, h, k),$$

dans lesquelles on a

$$\begin{aligned} \mathrm{P}(a,b,c,\ldots,k,l) = {} & (\cos b - \cos a)(\cos c - \cos a)\ldots(\cos k - \cos a)(\cos l - \cos a) \\ & (\cos c - \cos b)\ldots(\cos k - \cos b)(\cos l - \cos b) \\ & \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots \\ & (\cos l - \cos k), \end{aligned}$$

et

$$\mathrm{R}(a, b, c, \ldots, h, k) = \mathrm{P}(a, b, c, \ldots, h, k) \sin a \sin b \sin c \ldots \sin h \sin k.$$

---

(1) *Miscellanea Taurinensia*, t. I, *Œuvres complètes*, t. I.

(2) *Annales de l'Observatoire*, Mémoires, t. I.

(3) *Ibidem*, t. VIII.

» Les différences de cosinus qui figurent dans ces expressions peuvent d'ailleurs se remplacer par des produits de sinus, de manière à rendre Δ_γ et Δ_σ calculables par logarithmes ([1]).

» Pour développer sous la forme que nous venons de leur donner les déterminants Δ_γ et Δ_σ, on les ramène au déterminant de Vandermonde-Cauchy, en faisant usage des relations

$$\cos ma = 2^{m-1}\cos^m a + \lambda_1 \cos^{m-2} a + \lambda_2 \cos^{m-4} a + \ldots,$$
$$\sin ma = \sin a(2^{m-1}\cos^{m-1} a + \mu_1 \cos^{m-3} + \mu_2 \cos^{m-5} a + \ldots),$$

dans lesquelles m désigne un entier quelconque, $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \mu_1, \mu_2, \ldots$ étant des coefficients dont l'expression en fonction de m est indifférente pour la présente analyse.

» Le déterminant Δ_γ ne peut s'annuler qu'autant que la somme ou la différence de deux des arcs $a, b, \ldots, l$ est nulle ou égale à un multiple de 2π. Quant à Δ_σ, il est nul, lorsque deux des arcs $a, b, \ldots, k$ satisfont à l'une des conditions précédentes, ou bien lorsque l'un de ces arcs est zéro ou un multiple de π. Les arcs, que nous allons considérer, seront supposés en dehors de ces conditions exceptionnelles.

» **3.** Je me propose maintenant de *trouver une fonction linéaire des cosinus d'un arc et de ses* $n-1$ *premiers multiples, qui, pour* $n+1$ *valeurs données de cet arc, prenne* $n+1$ *valeurs correspondantes également données.*

» Soient

$$(1)\qquad A_0 + A_1\cos x + A_2\cos 2x + \ldots + A_n\cos nx = \varphi(x)$$

la fonction cherchée, et $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$ les $n+1$ valeurs données de x. Il est clair qu'on obtiendra cette fonction, en éliminant les $n+1$ indéterminées $A_0, A_1, \ldots, A_n$ entre (1) et les $n+1$ équations qu'on en déduit, en y faisant x successivement égal à $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$. Le résultat sera

$$\begin{vmatrix} 1 & \cos x & \cos 2x & \ldots & \cos nx & \varphi(x) \\ 1 & \cos\alpha_0 & \cos 2\alpha_0 & \ldots & \cos n\alpha_0 & \varphi(\alpha_0) \\ \cdot & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ 1 & \cos\alpha_n & \cos 2\alpha_n & \ldots & \cos n\alpha_n & \varphi(\alpha_n) \end{vmatrix} = 0;$$

d'où, en développant et ordonnant par rapport aux éléments de la der-

---

[1] Nous supposerons cette transformation effectuée dans les déterminants que nous ferons intervenir plus loin.

nière colonne,

$$P(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n)\varphi(x) = \sum_{i=0}^{i=n} P(\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_{i-1}, x, \alpha_{i+1}, \ldots, \alpha_n)\varphi(\alpha_i).$$

» On en conclut

$$(2)\quad \varphi(x) = \sum_{i=0}^{i=n} \varphi(\alpha_i) \prod \frac{\sin\frac{1}{2}(x+\alpha_j)\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_j)}{\sin\frac{1}{2}(\alpha_i+\alpha_j)\sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j)} \quad (j = 0, 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n).$$

» 4. Un procédé tout semblable permet de *déterminer une fonction linéaire et homogène des sinus d'un arc et de ses* $n-1$ *premiers multiples, qui, pour* n *valeurs données de cet arc, prenne* n *valeurs données correspondantes.*

» Soient en effet

$$(3)\qquad B_1 \sin x + B_2 \sin 2x + \ldots + B_n \sin nx = \psi(x)$$

la fonction cherchée, et $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ les n valeurs données de x. On aura cette fonction en éliminant $B_1, B_2, \ldots, B_n$ entre (3) et les n équations qu'on obtient, en faisant dans (3) x successivement égal à $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$.

» On trouve alors

$$\begin{vmatrix} \sin x & \sin 2x & \ldots & \sin nx & \psi(x) \\ \sin\alpha_1 & \sin 2\alpha_1 & \ldots & \sin n\alpha_1 & \psi(\alpha_1) \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ \sin\alpha_n & \sin 2\alpha_n & \ldots & \sin n\alpha_n & \psi(\alpha_n) \end{vmatrix} = 0;$$

d'où l'on tire

$$R(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n)\psi(x) = \sum_{i=1}^{i=n} R(\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{i-1}, x, \alpha_{i+1}, \ldots, \alpha_n)\psi(\alpha_i),$$

et par suite

$$(4)\quad \psi(x) = \sin x \sum_{i=1}^{i=n} \frac{\psi(\alpha_i)}{\sin\alpha_i} \prod \frac{\sin\frac{1}{2}(x+\alpha_j)\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_j)}{\sin\frac{1}{2}(\alpha_i+\alpha_j)\sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j)} \quad (j = 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n). »$$

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un nouveau procédé pour mesurer les épaisseurs des tôles.* Note de M. LEBASTEUR. (Extrait.)

« Si l'on revêt d'une mince couche de matière fusible l'une des faces d'une plaque de tôle, et qu'on mette un point de cette face en contact avec une source de chaleur constante, on remarque que l'enduit fond dans une

région circonscrite par un petit bourrelet circulaire, dont le diamètre croît avec la durée du contact.

» Si on laisse la source de chaleur en contact avec la tôle pendant un temps déterminé t, le diamètre d du bourrelet acquiert une certaine valeur, qui varie avec l'épaisseur e de la tôle. Si, par suite, on a déterminé, au moyen d'expériences préalables, la forme de la fonction qui relie e à d, on peut, connaissant d, en conclure e.

» La plus grande difficulté consiste à obtenir une source de chaleur constante : le thermocautère du Dr Paquelin, convenablement approprié à cet usage, et alimenté par un mélange d'air et de vapeur d'alcool, a atteint le but que nous poursuivions.

» Grâce à cet instrument, nous avons déjà constaté que, lorsque la température primitive θ de la tôle est constante, la loi qui relie e à d est d'une grande netteté : lorsque $\theta = 17°,5$, et pour cinq épaisseurs de tôles différentes, nous avons trouvé pour e et d les valeurs suivantes :

e.	d.
	mm
3	129,1
6	85,0
9	54,5
12	37,0
15	28,3

» Dans toutes les expériences, la durée du contact de la source de chaleur avec les tôles était de trois minutes ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les apatites fluorées.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Debray.

« L'acide phosphorique des apatites fluorées peut être remplacé par les acides arsénique et vanadique, qui donnent naissance à des produits du même genre.

» I. FLUOARSÉNIATES. — On peut les préparer comme les fluophosphates : 1° chauffer dans un creuset de platine un poids déterminé de

([1]) Je me fais un devoir de déclarer que l'idée première du procédé qui vient d'être exposé m'a été suggérée par les moyens employés par M. Ed. Jannettaz, dans les expériences sur la reproduction de la schistosité et du longrain, qu'il a exécutées l'année dernière dans les ateliers de la Compagnie Paris-Lyon-Méditerranée, et dont il a rendu compte à l'Académie le 17 décembre 1883.

phosphate métallique avec le triple environ de fluorure neutre de potassium et un grand excès de chlorure de potassium, laisser refroidir lentement, puis traiter le contenu du creuset par l'eau froide; on isole ainsi de belles aiguilles dont la forme et la composition sont celles des apatites; ces cristaux ne retiennent pas de chlore, et cela par la raison que j'ai indiquée dans ma Note du 10 novembre au sujet des apatites fluophosphatées. 2° On obtient les mêmes produits en chauffant un mélange en proportions convenables du fluorure métallique dont la base doit servir à constituer l'apatite, avec de l'acide arsénique et un grand excès de chlorure de potassium; il est commode de remplacer l'acide arsénique par de l'arséniate d'ammoniaque, mais alors il devient impossible d'opérer dans un creuset de platine : celui-ci serait attaqué profondément par l'arsenic, qui se trouve au nombre des produits que donne la décomposition pyrogénée de l'arséniate ammoniacal. On peut se servir d'un creuset de porcelaine qui, en raison de la très faible proportion de fluorure que renferme la matière en fusion, n'est que légèrement attaqué. La réaction est tout à fait analogue à celle qui rend compte de la formation des fluophosphates, et l'on obtient de bons résultats avec la chaux, par exemple, en mettant en présence des quantités de matière calculées d'après l'une des formules

$$6AsO^5 + 10CaFl = 3(3CaO, AsO^5)CaFl + 3AsO^2Fl^3,$$
$$24AsO^5 + 50CaFl = 5[3(3CaO, AsO^5), CaFl] + 9AsFl^5.$$

» *Fluoarséniate de chaux.* — L'apatite arséniée de chaux obtenue par l'un ou l'autre de ces procédés se présente en cristaux transparents très brillants; ce sont des prismes hexaèdres terminés par des pyramides à six faces, striés parallèlement aux arêtes de la base; les cristaux se dissolvent aisément, surtout à chaud, dans les acides étendus; l'acide sulfurique les détruit en dégageant de l'acide fluorhydrique.

» Avec les fluorures de strontium, de baryum, de magnésium, on obtient des *fluoarséniates de strontiane, de baryte, de magnésie,* tout à fait comparables aux fluophosphates des mêmes bases.

» II. Fluovanadates. — La production d'apatites contenant du fluor et du vanadium est plus difficile.

» Quand on chauffe au rouge un mélange de fluorure de calcium, d'acide vanadique et de chlorure de potassium en excès, les proportions de matières réagissantes étant calculées à l'aide d'une formule analogue à celles qui précèdent, on obtient des aiguilles d'apatite, mais en faible quantité; si l'on introduit un excès de fluorure calcaire, le rendement est

meilleur, mais il reste toujours notablement au-dessous de celui qu'indiquerait la réaction exprimée par la formule théorique; de plus, la masse fondue qui, reprise par l'eau froide, abandonne les aiguilles d'apatite, donne en outre une solution jaune renfermant de la chaux et du vanadium. Ce phénomène est ici plus complexe; d'une part l'acide vanadique réagissant sur le fluorure de calcium donne bien de l'apatite, mais d'autre part le fluorure calcaire dissous dans le chlorure alcalin ou partiellement décomposé attaque avec une extrême énergie l'acide vanadique; cette action, tout à fait secondaire quand il s'agissait des composés de l'arsenic et du phosphore, prend avec le vanadium une grande importance, et une grande partie de l'acide vanadique disparaît sous la forme d'une combinaison particulière, que l'eau dissout en se colorant en jaune, et le rendement en apatite se trouve de ce fait notablement diminué.

» Il est encore une autre action dont il faut ici tenir grand compte : c'est la décomposition de l'apatite formée, par le bain au sein duquel elle prend naissance, quand ce dernier ne contient pas une certaine proportion de fluorure en liberté. Ce phénomène est peu marqué avec le fluorure de calcium, en ce sens qu'il suffit d'une très faible quantité de fluorure libre pour permettre au composé $3(3CaOVO^5)CaFl$ d'exister, mais il n'en est plus de même avec la strontiane et surtout avec la baryte et la magnésie. Si l'on n'introduit qu'une petite quantité de fluorure, les conditions de l'équilibre indispensable à l'existence du fluovanadate ne sont pas remplies et l'on n'obtient qu'un vanadate; mais, si le fluorure est en proportion plus grande, l'acide vanadique est attaqué et passe dans la combinaison soluble dont il a été parlé précédemment; il en résulte que la formation du fluovanadate, relativement facile avec la chaux, l'est bien moins avec les autres bases.

» *Fluovanadate de chaux.* — L'apatite calcaire fluovanadiée, obtenue comme on vient de le dire, est en belles aiguilles blanches et minces, à six faces et terminées par des pointements hexaèdres. Elle se produit encore quand on fond ensemble $1^{éq}$ d'acide vanadique et $3^{éq}$ de chaux, réaction qui s'effectue avec dégagement de chaleur, et qu'on chauffe la matière ainsi obtenue avec un grand excès de chlorure de potassium renfermant une très faible proportion de spath fluor. Mais le vanadate calcaire ainsi préparé à haute température est difficilement attaqué dans ces circonstances, et ce n'est qu'après quinze heures ou vingt heures de chauffe qu'il est totalement transformé en cristaux d'apatite.

» *Fluovanadate de strontiane.* — On l'obtient comme celui de chaux, par

l'action de l'acide vanadique sur du fluorure de strontium en excès, mais les aiguilles d'apatite sont toujours mélangées de vanadate de strontiane, dont il est très difficile de les séparer.

» Avec la *baryte* et la *magnésie*, je n'ai obtenu que des vanadates ne retenant pas de fluorure, et, quand la proportion de fluorure que le bain renferme devient un peu notable, le vanadate lui-même est attaqué et l'on obtient surtout des composés solubles renfermant du fluor et du vanadium. Ces combinaisons, tout à fait différentes des apatites, seront, si l'Académie veut bien le permettre, l'objet de Communications ultérieures. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Action de l'étincelle d'induction sur le trifluorure de phosphore.* Note de M. **H. Moissan**, présentée par M. Debray.

« Comme la plupart des composés binaires se dédoublent partiellement en leurs éléments, sous l'action de la haute température développée par l'étincelle de la bobine de Ruhmkorff, nous avons pensé qu'il était intéressant d'étudier cette action sur le trifluorure de phosphore.

» Nous avons employé, dans ces recherches, le dispositif si commode qui a été décrit par M. Berthelot [1]. Dans une éprouvette de verre, placée sur la cuve à mercure, se trouve un certain volume de trifluorure de phosphore. Ce gaz, qui a été desséché au moment de la préparation, est laissé en présence d'une baguette de potasse, fondue au creuset d'argent, pendant cinq à six heures, afin d'être certain qu'il ne renferme plus trace d'humidité. Le fluorure de phosphore, comme l'acide carbonique sec, n'est pas absorbé par la potasse.

» Deux tubes recourbés, remplis de mercure, donnent passage aux fils de platine qui amènent le courant. Nous nous sommes servis dans ces expériences d'une bobine, actionnée par 3 éléments Grenet, pouvant donner facilement dans l'air des étincelles de $0^{m},04$.

» On avait soin de bien faire jaillir l'étincelle entre les fils de platine, maintenus au milieu de l'éprouvette, de telle sorte que cette étincelle ne pût s'étaler sur une paroi de verre. Enfin le mercure, l'éprouvette et les tubes étaient desséchés avec le plus grand soin.

» Lorsque l'étincelle a passé pendant une heure, on arrête l'expérience et on laisse le gaz reprendre la température du laboratoire. Le volume a sensiblement diminué et les parois de l'éprouvette sont recouvertes d'une

[1] Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 340.

matière jaune qui se détache facilement lorsqu'on l'agite avec de l'eau. Examinée au microscope, cette substance se présente sous la forme d'un enduit plus ou moins épais, déposé régulièrement sur les parois de verre par la condensation lente d'une vapeur. Ce corps se dissout dans le sulfure de carbone et fournit tous les caractères du phosphore.

» Le gaz restant dans l'éprouvette après l'action de l'étincelle d'induction ne renferme pas trace de fluorure de silicium. Mis en présence de l'eau, il ne donne pas de dépôt de silice. Cependant ses propriétés sont différentes de celles du trifluorure de phosphore. Il fume abondamment en présence de l'air. Mis au contact d'une petite quantité d'eau, une partie est de suite absorbée (environ 6 à 7 pour 100); la solution renferme de l'acide phosphorique et le gaz restant possède alors toutes les propriétés du trifluorure de phosphore.

» Comme le volume gazeux a diminué sous l'action de l'étincelle d'induction, toute idée d'un dédoublement en fluor et phosphore doit être écartée, puisque le trifluorure de phosphore renferme 1^{vol} de phosphore et 6^{vol} de fluor condensés en 4^{vol}. De plus, comme il n'y a pas formation de fluorure de silicium, nous estimons qu'il faut admettre qu'une partie du fluor, mise en liberté, se porte sur le trifluorure de phosphore en excès pour former le pentafluorure de phosphore gazeux qui a été décrit par M. Thorpe (1)

$$\underbrace{4\,PhFl^3}_{16^{vol}} + \underbrace{PhFl^3}_{4^{vol}} = \underbrace{3\,PhFl^5}_{12^{vol}} + 2\,Ph.$$

» Si l'on continue l'action de l'étincelle d'induction pendant plusieurs heures, le dépôt de phosphore augmente lentement et le volume continue à diminuer. Cependant, après quelques heures, il s'établit un équilibre et la décomposition semble limitée. En examinant l'éprouvette lorsque l'appareil est démonté, on voit que sa surface intérieure n'a pas été attaquée.

» Cette expérience, répétée plusieurs fois, nous a toujours donné les mêmes résultats. Mais, si l'on ne prend pas les plus grands soins pour éviter toute trace d'humidité, il n'en est plus de même. Lorsque l'on ne dessèche pas le gaz trifluorure de phosphore au moyen de potasse fondue, et que l'on se contente de le faire passer dans un flacon à acide sulfurique et dans un petit tube en U au moment de sa préparation, puis qu'on le soumet à

(1) THORPE, *Sur les fluorures d'arsenic et de phosphore* (*Chemical News*, t. XXXII, p. 232).

l'action de l'étincelle, voici ce qui se produit. Le phosphore se dépose encore sur les parois de l'éprouvette, le volume diminue, mais le gaz restant renferme une assez forte proportion de fluorure de silicium, et la quantité de fluorure de silicium augmente lentement avec la durée de l'expérience. Après une heure, le mélange gazeux peut renfermer $\frac{1}{5}$ de fluorure de silicium. Cela tient, sans doute, à ce que l'hydrogène de la petite quantité d'eau contenue dans le gaz fournit, avec le fluor du fluorure de phosphore, de l'acide fluorhydrique qui réagit sur le verre en produisant du fluorure de silicium et de l'eau. Cette nouvelle quantité d'eau est décomposée à son tour de la même manière, et l'action se continue. Une très petite quantité de vapeur d'eau peut ainsi successivement transformer une quantité relativement très grande de fluorure de phosphore en fluorure de silicium. Après l'expérience, la surface intérieure de l'éprouvette est complètement dépolie.

» La transformation du fluorure de phosphore en fluorure de silicium, par le passage de l'étincelle, n'est jamais complète; il s'établit, après un certain temps, un équilibre sur lequel nous aurons à revenir.

» Nous devons ajouter que le mélange gazeux, résultant de la décomposition par l'étincelle du trifluorure de phosphore incomplètement desséché, mis en présence d'une solution d'iodure de potassium, déplace l'iode et fournit, avec l'empois d'amidon, une intense coloration violette. Mais, lorsqu'on fait la même expérience avec le trifluorure de phosphore exactement sec, en partie décomposé par l'étincelle d'induction, on n'obtient plus de coloration. Nous ne pouvons que citer cette expérience sans en tirer de conséquences, la réaction de l'iode sur l'amidon étant tellement sensible qu'on ne doit l'employer qu'avec les plus grandes précautions. »

CHIMIE. — *Sur l'acide ferrocyanhydrique et ses dérivés.* Note de MM. A. Étard et G. Bémont, présentée par M. Cahours.

« I. Les formules schématiques hexagonales n'ont été appliquées pendant longtemps qu'à la benzine et à ses dérivés. On a montré depuis que les réactions d'un très grand nombre de radicaux fort stables, et se transportant intacts dans les réactions, pouvaient être représentées, non seulement par ces formules, mais encore par des pentagones et des carrés.

» Nous avons pensé que le radical si stable des ferrocyanures imaginé par Gay-Lussac, le ferrocyanogène, dans lequel les propriétés connues du fer et des cyanures sont impossibles à mettre en évidence, tant que ce ra-

dical spécifique subsiste, pouvait être représenté par une formule hexagonale.

» En mettant sous cette forme l'hypothèse de Gay-Lussac, on peut simplifier et systématiser la littérature compliquée des composés ferrocyanés et formuler l'acide ferrocyanhydrique et les ferrocyanures, comme suit :

$$(1)\qquad Fe\begin{cases} Az{=}C - C{=}Az{-}R' - C{=}Az{-}R' \\ Az{=}C - C{=}Az{-}R' - C{=}Az{-}R'. \end{cases}$$

» L'emploi de cette formule, qui représente un acide tétrabasique non saturé, nous a permis de préparer de nombreux corps dont les formules s'écartent de celles que l'on admet d'ordinaire pour les corps ferrocyaniques.

» II. D'après Posselt, on prépare l'acide ferrocyanhydrique en traitant une solution concentrée de ferrocyanure de potassium $Fe(CAz)^6K^4$ par l'acide chlorhydrique et en précipitant par l'éther l'acide ferrocyanhydrique formé.

» La quantité d'éther nécessaire pour cette réaction est telle, que nous avons été conduits à rechercher son action chimique et, par l'analyse du précipité cristallisé qui prend naissance, nous avons reconnu que celui-ci n'était pas de l'acide ferrocyanhydrique, mais une combinaison éthérée :

$$(2)\qquad Fe(CAz)^6H^4,\ 2[(C^2H^5)^2O)].$$

» D'autre part, en traitant par de l'éther sec et pur de gros cristaux d'acide ferrocyanhydrique anhydre, obtenus par évaporation lente, on voit ces cristaux foisonner comme de la chaux dans l'eau, et former un corps identique au précédent en gagnant 69,3 pour 100 de leur poids. (Théorie : 68,5).

» Il existe donc un acide ferrocyanhydrique éthéré produit immédiat de la réaction de Posselt. Cette combinaison d'addition contient 15,2 pour 100 de fer (théorie : 15,3). En présence de la soude il abandonne 40,0 pour 100 d'éther (théorie : 40,6) qu'on peut aisément recueillir et qui, grâce à cette précipitation, est rigoureusement exempt d'alcool. Par une exposition prolongée à l'air l'acide éthéré se dissocie et l'on a finalement de l'acide ferrocyanhydrique pur.

» III. *Pentacyanures ferreux.* — L'acide ferrocyanhydrique sec chauffé à 440° (vapeur de soufre) ne se transforme pas en cyanure ferreux d'après l'équation

$$Fe(CAz)^6H^4 = Fe(CAz)^2 + 4\,CAzH.$$

» Il ne perd que 46,0 pour 100 de son poids en acide cyanhydrique et laisse un résidu cristallin couleur chamois de composition constante

$$C = 24,1, \quad Az = 29,2, \quad Fe = 46,1, \quad H = 0,8.$$

» Le dédoublement se fait donc d'après l'équation

$$2Fe(CAz)^6H^4 = [Fe(CAz)^2]^2CAzH + 7CAzH,$$

exigeant une perte de 43,7 pour 100, CAzH.

Ce pentacyanure hydrodiferreux

(3) $$Fe(CAz)^5FeH,$$

bleuit à l'air en fixant de l'oxygène et de l'eau. On peut, par l'hydrogène qu'il renferme, le considérer comme un acide correspondant à des sels.

» *Pentacyanure ferroso-ammonique.* — Le ferrocyanure d'ammonium chauffé à 440° jusqu'à composition stable perd 62,4 pour 100 de son poids (théorie : 61,6) en eau et cyanhydrate d'ammoniaque, et laisse un résidu insoluble, homogène, donnant à l'analyse

$$C = 22,8, \quad H = 1,8, \quad Fe = 43,8.$$

» Il ne se fait donc pas dans la calcination du ferrocyanure d'ammonium du cyanure ferreux ainsi qu'on l'a avancé, mais le sel correspondant à l'acide ci-dessus

(4) $$Fe(CAz)^5, \quad Fe(AzH^4),$$

d'après la relation

$$2Fe(CAz)^6(AzH^4)^4, 3H^2O$$
$$= Fe(CAz)^5Fe(AzH^4) + 6H^2O + 7CAz(AzH^4).$$

» Par une calcination plus avancée le nouveau sel se décompose en perdant 36,7 pour 100 de son poids; il faudrait 38,4 pour la formule

$$Fe(CAz)^5, Fe(AzH^4) = \overset{\text{II}}{Fe}C^2 + CAz(AzH^4) + Az^4.$$

» Ce carbure de fer a déjà été signalé. Celui que nous avons préparé a exactement la composition exigée par la formule; c'est une poudre noire, dense, renfermant

$$C = 30,1, \quad Fe = 69,9. \quad \text{(Théorie : 30 et 70.)}$$

» Il serait curieux d'examiner s'il a la constitution d'un dérivé métallique de l'acétylène H^2C^2.

» A ces deux sels correspondent encore un cyanure ferrosoferrique $(CAz)^{10}Fe^4$, que nous décrirons ultérieurement et qui peut s'écrire

$$[Fe(CAz)^5]^2Fe^2, \tag{5}$$

ainsi que le sel

$$Fe(CAz)^5FeK$$

de Staëdeler et les nitroferricyanures

$$Fe(CAz)^5Fe(AzO).$$

Tous ces corps diffèrent des ferrocyanures correspondants par CAzR' en moins. La formule des ferrocyanures donnée plus haut se prête aisément à cette soustraction

$$Fe\begin{array}{l}\diagup Az{=}C - CAzR' \diagdown \\ \diagdown Az{=}\overset{|}{C} - CAzR' \diagup\end{array} CAzR'. \tag{6}$$

» On a, comme précédemment, une formule qui rapproche les dérivés ferrocyanés des cyanamides métalliques. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du perchlorure de phosphore sur les éthers aromatiques.* Note de M. **A. Colson**.

« Par l'action successive du perchlorure de phosphore et de l'eau froide, j'ai oxydé certains corps organiques; mais, avant d'exposer cette réaction tout à fait inattendue, je dirai un mot du contact des éthers aromatiques avec les hydracides étendus : même au-dessous de 100°, la mono-éthyline paraxylénique se dissout dans l'acide chlorhydrique, en donnant du dichlorure tollylénique, de l'alcool et de l'eau :

$$C^6H^4\left\{\begin{array}{l}CH^2OC^2H^5\\CH^2OH\end{array}\right. + \begin{array}{l}HCl\\HCl\end{array} = C^6H^4\left\{\begin{array}{l}CH^2Cl\\CH^2Cl\end{array}\right. + \begin{array}{l}C^2H^5OH\\H^2O\end{array}.$$

» Pour les éthylines des autres corps aromatiques, l'action est la même quoique plus lente; il est vrai qu'elles ne sont pas solubles dans l'acide. Dans une précédente Communication [1], on a vu que la réaction inverse de l'alcool sur les chlorures aromatiques se produit facilement. La réversibilité

[1] *Comptes rendus*, séance du 17 novembre 1884.

du phénomène n'est donc pas douteuse, les actions directes et inverses ayant lieu à toutes les températures, et c'est à bon droit que j'ai appliqué à ce cas particulier les lois de l'éthérification établies par MM. Berthelot et Péan de Saint-Gilles.

» *Action du perchlorure.* — Lorsqu'on chauffe la mono-éthyline paraxylénique avec $2\frac{1}{2}$ fois son poids de perchlorure, il se dégage de l'acide chlorhydrique, du protochlorure, de l'oxychlorure de phosphore et du chlorure d'éthyle; le liquide resté dans le ballon prend une teinte rouge-vin. On peut alors le laisser refroidir, puis le projeter dans l'eau froide; celle-ci s'échauffe et, par refroidissement, abandonne de belles aiguilles incolores d'aldéhyde téréphtalique. On augmente le rendement en épuisant par l'eau bouillante l'huile jaunâtre tombée au fond du vase; on obtient ainsi, en aldéhyde téréphtalique, 25 pour 100 du poids de l'éthyline.

» Le corps obtenu est identique à l'aldéhyde découverte par M. Grimaux : il est blanc, nacré, soluble dans 80 pour 100 d'eau bouillante, presque insoluble dans l'eau froide; il possède une odeur rappelant celle du lilas; il fond à 113-114 degrés, et colore en rouge les solutions alcooliques de cyanure de potassium. Il donne à l'analyse :

	Matière pour 100.		
	0,196.	0,293.	Théorie pour 100.
C............	71	71,20	71,73
H............	5,10	4,53	4,48

» Je me suis demandé si ce corps était bien une aldéhyde et non pas un éther interne, un phtalide. La facilité avec laquelle il réduit les sels d'étain et l'azotate d'argent ammoniacal ne laisse pas de doute.

» Cette réaction présente d'ailleurs un certain caractère de généralité; car, en traitant l'oxyde de méthylbenzyle par un excès de perchlorure, on constate encore un dégagement de chlorure de méthyle et de protochlorure; il reste dans le ballon un liquide formé surtout de chlorure de benzyle, mais qui, repris par le bisulfite de soude, fournit des cristaux d'aldéhyde sulfite benzoïque.

» L'action du perchlorure s'explique de la façon suivante :

» 1° A froid ou vers 100°, ce réactif se comporte comme chlorurant, selon son mode habituel; le dégagement d'oxychlorure le démontre :

$$C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^2OC^2H^5\\CH^2OH\end{matrix}\right. + 2PhCl^5 = 2PhOCl^3 + \begin{matrix}C^2H^5Cl\\HCl\end{matrix} + C^6H^4\left\{\begin{matrix}CH^2Cl\\CH^2Cl\end{matrix}\right.;$$

» 2° A une température plus élevée, vers 175°, le perchlorure, on le

sait, se dissocie en trichlorure et en chlore, de sorte que ce dernier réagit sur le chlorure de tollylène pour transformer chacun de ses groupes méthylés en dichlorure de méthylène :

$$C^6H^4\begin{cases}CH^2Cl\\CH^2Cl\end{cases} + 2PhCl^5 = 2PhCl^3 + 2HCl + C^6H^4\begin{cases}CHCl^2\\CHCl^2\end{cases}.$$

» 3° L'action de l'eau donne finalement

$$C^6H^4\begin{cases}CHCl^2\\CHCl^2\end{cases} + 2H^2O = C^6H^4\begin{cases}CHO\\CHO\end{cases} + 4HCl.$$

» Cependant, cette explication si rationnelle n'est pas indiscutable, car le perchlorure réagit difficilement sur le chlorure paraxylénique, et le groupement dichloré $CHCl^2$ ne se décompose pas toujours instantanément par l'eau froide. Il faut donc croire que les trois réactions ne se scindent point comme l'indiquent les trois formules ci-dessus, mais que les deux premières ont lieu simultanément, tandis que la dernière est facilitée par le dégagement de chaleur produit par la décomposition de l'excès de perchlorure, ou admettre la formation d'un composé chlorophosphoré organique, décomposable par l'eau et l'alcool. Quoi qu'il en soit, le résultat final, la formation d'aldéhyde, démontre que le perchlorure agit sur les chaînes latérales aromatiques, par substitution directe ou indirecte d'une partie de son chlore à l'hydrogène [1]. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur le dosage des essences parfumées.* Note de M. **Alb. Levallois**, présentée par M. Schlœsing.

« On n'a pas donné jusqu'ici de procédé pratique de dosage des essences parfumées contenues dans les végétaux ; la très faible quantité de ces corps que l'on peut recueillir généralement, même en opérant sur des masses considérables de substance végétale, leur facile entraînement par les vapeurs des liquides qui ont servi à les dissoudre, sont les causes principales des insuccès que l'on rencontre lorsqu'on veut procéder à ce genre d'analyses. Il y a cependant le plus grand intérêt à étudier les conditions diverses de la production des essences tenant au sol, au climat, au mode de cul-

(1) Ce travail a été fait à l'École Polytechnique (laboratoire de M. Grimaux).

ture, aux variétés; c'est ce qui m'a engagé à entreprendre les essais que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie.

» C'est un fait bien connu, qu'au contact de l'air les essences absorbent de l'oxygène, se résinifient, et qu'ainsi oxydées elles ont perdu leurs propriétés odorantes; mais cette résinification peut se produire en dehors de l'action de l'oxygène de l'air. Le brome et l'iode réagissent avec énergie sur les essences; avec l'iode, dans certains cas, la réaction est explosive. J'ai constaté que, si l'on verse une solution aqueuse ou alcoolique de brome dans un liquide, eau ou alcool, contenant en suspension ou en dissolution des quantités très faibles d'essences, cette solution est décolorée instantanément; si l'on continue à verser du brome, il arrive un moment où, malgré l'agitation, la liqueur prend une coloration jaune due à l'excès de brome, coloration d'autant plus facile à saisir que cette liqueur était auparavant parfaitement incolore; en même temps, et j'insiste sur ce point, toute odeur propre à l'essence essayée a disparu, tandis que cette odeur était très nettement perceptible lorsqu'on avait encore quelques gouttes de réactif bromé à verser. Enfin, un troisième indice de la fin de la réaction se manifeste d'ordinaire lorsqu'on opère en présence d'eau : c'est la brusque apparition d'une matière insoluble, blanchâtre, d'aspect résineux, qui tapisse les parois du vase après l'agitation.

» Je me suis assuré que les quantités de brome à verser sont proportionnelles aux quantités d'essence contenues dans l'eau ou l'alcool; il est nécessaire toutefois de faire une correction constante de $\frac{2}{10}$ ou $\frac{3}{10}$ de centimètre cube, afin de tenir compte de la quantité de brome destinée à fournir une coloration perceptible au liquide employé lorsque le volume de celui-ci égale 20^{cc} ou 30^{cc}.

» Les essences qui ont servi à ces essais sont : les essences de rose, de géranium rosat; de néroli, de bois de rose, de bergamote, de citron, d'orange, de lavande, de marjolaine, de cumin, d'eucalyptus; toutes ont décoloré les solutions de brome, comme je viens de l'indiquer, malgré leurs fonctions chimiques diverses, et la disparition de l'odeur, lorsque ces corps sont constitués par deux composés différents, semble indiquer que la quantité de liqueur bromée à verser est bien proportionnelle à la quantité du principe odorant.

» Mais, pour appliquer cette réaction, il est nécessaire de concentrer ces substances dans un petit volume d'eau ou d'alcool; je me suis servi, dans ce but, d'un procédé qui m'a donné d'excellents résultats. La propriété qu'ont les essences d'être entraînées par l'eau a fourni le moyen de

les extraire industriellement, mais on obtient, en même temps que ces matières, une quantité d'eau si considérable, que, dans certains cas, comme pour l'obtention de l'essence de rose, on est obligé de soumettre le liquide recueilli à une seconde distillation.

» Les cols des alambics sont courts pour qu'il se fasse le moins possible de retour en arrière du liquide condensé; il est naturel de penser, en effet, que, bouillant à des températures qui dépassent, pour certains d'entre eux, 250°, les hydrocarbures des essences se condensent d'abord sur les parois d'un col trop allongé et retournent les premiers à l'alambic, laissant la vapeur d'eau continuer son chemin vers le serpentin.

» Les essais que j'ai entrepris m'ont donné un résultat contraire à ces idées.

» Si, dans un ballon de 2^{lit}, on verse 1^{lit} d'eau et une goutte ou deux des essences que j'ai étudiées et si l'on adapte à ce ballon un tube de verre mince de $1^{m},50$ de longueur et de $0^{m},02$ de largeur, en ayant soin d'incliner légèrement ce tube vers le ballon et de le munir d'un petit réfrigérant descendant, on constate, lorsqu'on fait bouillir doucement, que toute l'essence passe dans le réfrigérant avec les premiers centimètres cubes d'eau. Ce fait peut paraître paradoxal, car l'appareil dont nous parlons est un appareil à distillation fractionnée qui, appliqué à la séparation de liquides à points d'ébullition différents, laisse ordinairement passer d'abord les corps les plus volatils; or, dans le cas qui nous occupe, c'est le contraire qui arrive.

» L'explication de ce phénomène est la suivante. La quantité d'essence contenue dans le ballon étant extrêmement petite par rapport à la quantité de liquide, le mélange de vapeur d'eau et de vapeur essentielle doit contenir une quantité de cette dernière beaucoup moindre que celle qui correspondrait à sa véritable tension à 100°. D'où résulte qu'un certain volume du mélange des deux vapeurs peut être considérablement réduit par une condensation de vapeur d'eau, sans que la vapeur essentielle atteigne sa tension maxima à 100°, dans le volume réduit.

» J'ai multiplié les expériences avec les essences de géranium rosat, de lavande, de bergamote, de cumin, en faisant varier les quantités de 1 à 5 gouttes; j'ai répété ces essais avec des fleurs d'oranger, des pétales de roses, des graines d'anis pulvérisées, de l'écorce d'orange; j'ai toujours constaté que toute l'essence passait avec des quantités d'eau variant de 20^{cc} à 50^{cc}; le volume d'eau qu'il faut recueillir s'élevait avec la quantité de principe odorant introduite dans le ballon.

» Je crois pouvoir déduire de ces faits une méthode de dosage d'une essence déterminée, à la condition d'isoler au préalable, dans l'eau ou l'alcool, l'essence que l'on veut doser. Voici, ce me semble, comment il convient d'opérer.

» Après avoir recueilli l'essence dans un petit volume d'eau, à l'aide de l'appareil que je viens d'indiquer, on procède au titrage au moyen d'une solution de brome que l'on verse jusqu'au moment où, malgré une agitation énergique, la liqueur reste faiblement colorée en jaune. Correction faite, et après avoir titré la solution de brome à l'aide d'une quantité connue d'essence de même nature que celle que l'on veut doser et versée dans un volume d'eau mesuré, on établit, par une simple proportion, la quantité d'essence contenue dans la matière soumise à la distillation, quantité qui peut être déterminée avec une grande approximation. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Action des agents chimiques puissants sur les bactéries du genre* Tyrothrix *et leurs spores.* Note de M. **Chairy**, présentée par M. Debray.

« J'ai étudié les conditions dans lesquelles la vie et la reproduction deviennent impossibles pour une bactérie, un groupe d'infusoires vivant dans l'eau de mer, et la levure de bière. Je ne parlerai ici que des recherches sur la bactérie.

» Celle-ci est du genre *Tyrothrix* (Duclaux, *Chimie biologique*); elle a la forme de bâtonnets, quelquefois de points mobiles. Sa largeur est comprise entre $0^{\mu},6$ et 1^{μ}; sa taille varie de 3^{μ} à 40^{μ} et plus, comme je l'ai obtenue dans l'urine neutre alcoolisée.

» La culture initiale renfermait probablement les variétés *T. tenuis*, *virgula* et *claviformis*. J'ai constaté que les spores sont tuées par l'action d'une température de 97°-99° soutenue cinq minutes, ou 95° soutenue pendant une heure.

» I. *Action des liquides.* — 10^{cc} du liquide (bouillon Liebig neutre, urine neutre, solution de glucose ou de gélatine) sont additionnés d'une dose variable du liquide dont on examine l'action. On détermine la dose nécessaire pour maintenir la *transparence* quarante-huit heures après l'ensemencement avec une goutte du bouillon initial à bactéries, renfermant des spores; température de culture : 25° à 30°.

» On ensemence alors, avec les précautions d'usage, du bouillon stérilisé avec une goutte de bouillon transparent; on détermine ainsi la dose

suffisante pour maintenir la transparence du deuxième milieu de culture, ou pour empêcher tout développement ultérieur des spores.

» *Acide sulfurique.* — Je cite les expériences décisives :

» 10^{cc} bouillon neutre + 0,8 SO^4H au $\frac{1}{1000}$ + goutte. Le bouillon reste transparent; mais le deuxième bouillon de culture est pris après vingt-quatre heures.

» 10^{cc} bouillon + 1,6 SO^4H au $\frac{1}{100}$ + goutte. La transparence se maintient; de plus, l'ensemencement dans le bouillon stérilisé ne donne rien.

» Donc, pour maintenir la transparence, il suffit de $\frac{8}{1000000}$ d'acide sulfurique; pour tuer les spores, il faut $\frac{130}{1000000}$, seize fois plus.

» Le degré de concentration du bouillon a peu d'influence.

» La *masse* des bactéries n'est pas négligeable. Si l'on additionne 10^{cc} de bouillon à bactéries, alcalin, de 1^{cc} d'acide au $\frac{1}{10}$, il y a dégagement de gaz carbonique; la taille des bactéries descend à $1^{\mu},5$ et les zooglées disparaissent. L'ensemencement de ce bouillon ne produit plus de développement appréciable qu'après un temps long, trente-six, même quarante-huit heures.

» J'ai trouvé qu'il fallait $\frac{250}{1000000}$ d'acide sulfurique pour tuer les spores dans le mélange 10 bouillon vieux + 10 bouillon neutre; il faut remarquer que, en raison du dégagement gazeux, la dose d'acide *libre* est inférieure à celle que j'indique.

» Avec la solution de glucose, la limite est un peu moindre.

» *Solution de chlore.* — Pour maintenir la transparence, il faut $\frac{24}{1000000}$ de chlore en poids.

» Pour tuer les spores : $\frac{30}{1000000}$.

» Limites voisines pour l'urine neutre, les solutions de glucose et gélatine.

» *Solution d'acide sulfureux.* — Pour maintenir la transparence, $\frac{28}{1000000}$ en poids suffisent.

» Pour tuer les spores, $\frac{370}{1000000}$ sont nécessaires, treize fois plus.

» Limite voisine pour l'urine neutre.

» Pour tuer définitivement spores et bactéries dans le bouillon vieux, il faut une dose plus élevée, l'acide sulfureux dégageant aussi de l'acide carbonique.

» *Solution sulfhydrique.* — Il y a toujours développement : les bactéries sont vives, agiles; elles prennent l'apparence de petits traits, quelquefois de points, de $1^{\mu},5$ de diamètre. S'il y a assez d'acide, elles finissent, après quarante heures, par devenir immobiles, en même temps qu'il y a dépôt de soufre.

» La culture des points mobiles produit des bactéries ordinaires; je n'ai pu obtenir de culture avec les points immobiles.

» 10^{cc} bouillon + HS à $0^{gr},0012$ + goutte donnent des points immobiles après quarante-huit heures d'action, soit $\frac{40}{1000000}$ en poids.

» La limite est plus élevée dans l'urine, voisine de $\frac{50}{1000000}$.

» *Alcool.* — Il faut $\frac{1}{10}$ d'alcool à 93° pour maintenir la transparence, $\frac{166}{1000}$ pour tuer les spores.

» La limite, dans l'urine neutre, est plus élevée : 0,18.

» *Acide phénique.* — $\frac{230}{1000000}$ tuent les spores.

» *Chlorure de zinc.* — $\frac{280}{1000000}$ tuent les spores.

» *Alcaloïdes*.— J'ai expérimenté les solutions alcooliques. L'effet n'est pas considérable. Ainsi $1^{mgr},8$ de narcotine équivaut à $0^{cc},2$ d'alcool; $1^{mgr},2$ de strychine à $0^{cc},8$ d'alcool, dans 11^{cc} de liquide.

» Pour tuer les spores, il faut toujours une dose plus considérable dans l'urine neutre.

» II. *Action des gaz*. — En filtrant du bouillon vieux à bactéries, on obtient un papier imprégné de spores dont une parcelle produit un développement énorme de bactéries en seize heures.

» Ce papier, desséché à l'air, est exposé à l'action des gaz, dans une éprouvette, pendant un temps variable, puis projeté avec des pinces flambées, dans le bouillon neutre stérilisé.

» On attend le développement après quarante-huit heures, quelquefois soixante heures.

» *Bioxyde d'azote*. — Le gaz est dilué par l'air.

» $\frac{1}{25}$ de gaz, agissant pendant quinze minutes, ne tue pas.

» $\frac{1}{20}$ de gaz, agissant pendant trente minutes, ne permet un développement dans le bouillon de culture qu'après quarante heures.

» $\frac{1}{20}$ de gaz, agissant pendant vingt-quatre heures, tue définitivement les spores.

» $\frac{1}{15}$ de gaz, agissant pendant trente minutes, tue également.

» Le degré hygrométrique du papier a beaucoup d'influence; ainsi, $\frac{1}{22,5}$ de gaz, agissant cinq minutes sur du papier légèrement humide, tue les spores.

» *Chlore*. — Autant que j'ai pu le voir, les gaz secs ou humides agissent de même.

» J'ai trouvé que $\frac{1}{10}$ de gaz sec ou humide, dilué par l'air, tue après trente minutes d'action. Je n'ai pas employé de dose inférieure.

» *Acide sulfhydrique*. — Les doses $\frac{3}{4}$ et $\frac{4}{5}$, soutenues pendant trente minutes, n'empêchent pas le développement ultérieur, qui se produit après vingt-quatre heures seulement : les bactéries sont petites et agiles.

» L'action du gaz pur et sec, soutenue pendant trente minutes, est également très faible, si elle existe; du moins, on observe toujours le développement de la variété en petits bâtonnets ressemblant, à s'y méprendre, à de petites sphères mobiles.

» *Acide sulfureux*. — J'ai employé les doses les plus faibles et les plus massives, de $\frac{1}{20}$ à $\frac{4}{5}$, soutenues pendant des heures; l'éprouvette était souvent exposée au soleil : toujours il y a eu développement après l'ensemencement. L'action du gaz pur, soutenue pendant vingt-quatre heures, ne se traduit que par un retard dans le développement : le trouble ne se constate guère qu'après quarante-huit heures, la taille moyenne des bactéries étant 7^{μ}.

» *Ozone*. — L'air ozonisé à 3 ou 4 pour 100 n'a pas d'action appréciable sur le papier à spores.

» III. *Conclusions*. — De mes expériences, je conclus que :

» 1° La nature du liquide où vivent les bactéries n'a qu'une influence très faible sur la dose de liquide nécessaire pour empêcher le développement primitif, ou détruire les spores.

» 2° La *masse* des bactéries, existant dans le liquide, a une influence marquée. Cette influence tient probablement à la transformation du liquide sous l'influence de la vie antérieure.

» 3° Les corps agissent d'autant plus énergiquement qu'ils ont plus le caractère *acide*, ce qui pourrait peut-être se déduire de ce fait que les bactéries tendent à rendre le liquide alcalin.

» 4° Les gaz actifs ne se comportent pas comme ils le font vis-à-vis des animaux. L'ordre d'action dépend surtout des produits acides que peut donner le gaz, et de la manière d'être de ces produits vis-à-vis de l'enveloppe des spores. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action anesthésique de la cocaïne.* Note de M. J. Grasset, présentée par M. Vulpian.

« En étudiant l'action anesthésique générale de la cocaïne, on a surtout mis en lumière l'effet sur l'œil et sur les muqueuses, sans insister suffisamment sur l'*anesthésie cutanée*. Nos expériences ont été faites sur des chiens et sur des singes, les troubles de sensibilité ne pouvant guère s'observer avec certitude que sur les animaux supérieurs [1].

» I. *Chiens*. — Au cours d'expériences entreprises sur la thyrotomie, voici ce que nous observons :

» A un chien de 8^{kg} (non encore expérimenté), nous faisons une injection hypodermique, dans la région antérieure du cou, de $0^{gr},01$ de chlorhydrate de cocaïne (solution $\frac{1}{100}$). Un quart d'heure après, on commence l'opération : l'incision de la peau et des parties sous-jacentes ne provoque aucun cri ni aucun mouvement, tandis que chez les autres chiens non anesthésiés les sensations douloureuses avaient paru très vives. Quand on fait la section du cartilage thyroïde lui-même, l'animal fait quelques mouvements et paraît sentir.

» Chez un autre chien ($5^{kg},800$), on commence la même opération sans injection préalable. Il manifeste sa vive douleur à l'incision de la peau et des tissus superficiels sous-jacents; il se débat vivement. A ce moment, on instille sur la plaie ouverte une seringue de chlorhydrate de cocaïne ($0^{gr},01$ en solution à $\frac{1}{100}$). Six à sept minutes après, on reprend l'opération. Le chien réagit très peu quand on incise les parties profondes; mais il s'agite de nouveau quand on sectionne le cartilage thyroïde lui-même. Il ne paraît pas sentir quand on applique les points de suture à la peau.

» II. *Singe*. — Une guenon, très intelligente, depuis longtemps dans le laboratoire, sent très vivement les piqûres d'épingle, même très superficielles, à la peau du ventre notamment. On fait alors une injection hypodermique de $0^{gr},01$ de chlorhydrate de cocaïne

(1) Ces expériences ont été faites avec le concours de MM. Jeannel, préparateur, et Bonnefoux, interne.

(solution $\frac{1}{100}$) à la région du ventre, à gauche de la ligne médiane. Cinq minutes après, la sensibilité semble émoussée dans le côté gauche du ventre et maintenue à droite. Sept minutes après l'injection, l'anesthésie de la peau du ventre est absolument évidente : on peut traverser un pli de peau de part en part avec une épingle sans amener de douleur; les réflexes peauciers persistent. L'animal se laisse piquer au nez, à la face, partout sans bouger. On peut toucher le globe oculaire avec la tête de l'épingle sans que l'œil fuie, mais le clignotement palpébral persiste. On peut enfoncer le doigt jusqu'au larynx sans réaction aucune. Pas de mydriase. L'animal marche normalement, il a l'air effrayé et est un peu agité... Dix-huit minutes après l'injection, même état. L'animal reconnaît très bien les gens, reste très calme dans les bras de celui de nous qu'il connaît le plus. L'anesthésie est complète et généralisée. On peut partout piquer, même très profondément, sans provoquer de douleur. Au mollet nous traversons même toute la masse musculaire des jumeaux avec une épingle sans amener aucune réaction. On traverse l'oreille sans qu'il y ait le moindre signe de douleur. Il en est de même pour l'œil lorsqu'on pique superficiellement cet organe; cependant le clignotement persiste. »

» Ces expériences sont encore trop peu nombreuses pour légitimer des conclusions définitives; il semble cependant permis d'espérer, dès à présent, que la cocaïne pourra rendre à la Chirurgie générale des services analogues à ceux qu'elle rend à l'Ophtalmologie; peut-être fournira-t-elle un moyen d'obtenir, au moins pour certaines opérations, un degré suffisant d'*anesthésie chirurgicale, sans sommeil et sans état général,* ce qui serait extrêmement précieux. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur un Scorpion du terrain silurien de Suède.* Extrait d'une Lettre de M. G. LINDSTRÖM à M. Alph. Milne-Edwards.

« Stockholm, le 24 novembre 1884.

» Je vous adresse la photographie d'un Scorpion fossile, récemment trouvé dans la formation silurienne supérieure de l'île de Gotland, en Suède; j'ai pensé qu'une découverte si étonnante vous intéresserait.... La pièce est assez bien conservée : on y voit la cuticule chitineuse brune ou jaune brunâtre, très mince, comprimée et ridée par la pression des couches superposées. On distingue le céphalothorax, l'abdomen avec sept lames dorsales, et enfin la queue formée de six segments ou anneaux, dont le dernier se rétrécit, devient pointu et forme le dard vénénifique. La sculpture de la surface est tout à fait semblable à celle des Scorpions récents et consiste en tubercules et en carènes longitudinales. Un des stigmates est visible à droite et démontre clairement que l'animal a respiré de l'air; toute son organisation prouve qu'il a vécu sur la terre ferme.

» Nous voyons donc dans ce Scorpion, que nous avons désigné sous le nom de *Palæophoneus Nuncius,* le plus ancien des animaux terrestres; les Libellules qui, jusqu'ici, remontaient à la plus haute antiquité avaient été trouvées dans le terrain dévonien du Canada.

» On remarque, dans la conformation de ce Scorpion, un trait d'une haute importance, fourni par les quatre paires de pattes thoraciques, qui sont grosses et pointues comme celles des embryons de plusieurs autres Trachéates et d'êtres comme les *Campodea*. Cette forme de pattes n'existe plus chez les Scorpions fossiles de la formation carbonifère, chez lesquels ces appendices ressemblent à ceux des Scorpions de nos jours (¹). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur les organes digestifs et reproducteurs chez les Brachiopodes du genre Cranie.* Note de **M. Joubin**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le genre Cranie est représenté, dans la Méditerranée, par une espèce que j'ai eue en abondance au laboratoire Arago, fondé à Banyuls-sur-Mer par M. de Lacaze-Duthiers.

» Ce Brachiopode fait partie du groupe des inarticulés et, par conséquent, son tube digestif est pourvu d'un anus; mais, contrairement à ce qui est observé pour les autres types des Écardines, cet anus, au lieu d'être situé sur le côté du corps, est placé exactement sur la même ligne que la bouche, c'est-à-dire dans le plan qui divise le corps en deux parties latérales symétriques. Ce fait est intéressant, car c'est une exception aux règles si constantes de la structure des Brachiopodes.

» La bouche s'ouvre au fond de la gouttière brachiale; elle a la forme d'un entonnoir aplati dont un des bords porte les cirrhes et l'autre une lèvre épaisse. Cette lèvre est formée d'une lame cartilagineuse contenant des bandes musculaires, recouverte d'un épithélium à cellules assez grandes, disposées par petits groupes arrondis à l'extérieur et qui, vers la cavité de la bouche, passent insensiblement à l'épithélium intestinal.

» L'œsophage forme une courbe qui s'élève en avant et au-dessus de la bouche; celle-ci est donc située plus en arrière que l'œsophage. La courbe décrite est de $\frac{2}{3}$ de circonférence environ. Cet organe est suspendu dans un système compliqué de lacunes et de cavités provenant de l'élargissement

---

(¹) Un Mémoire détaillé sur cet animal, par le professeur Tamerlan Thorell et moi, paraîtra dans quelque temps.

des canaux brachiaux. L'estomac, qui lui fait suite, est large, piriforme et possède vers le bas un étranglement où s'attache une membrane.

» Dans cet estomac vont se jeter, en haut et symétriquement, les conduits hépatiques. Ce sont deux larges canaux, véritables prolongements de la cavité de l'estomac, et qui se divisent en rameaux plus ou moins courts, allant aux différents lobes du foie. Cette glande est bien délimitée et plus distincte de l'estomac que chez les Brachiopodes articulés. Elle est volumineuse et formée d'un grand nombre de culs-de-sac dont le tissu consiste en cellules allongées remplies de granulations verdâtres.

» L'intestin, qui vient ensuite, se recourbe en une boucle complète, un peu déjetée sur le côté, et vient se terminer dans un rectum cylindrique, disposé obliquement, et qui vient s'ouvrir à l'anus. Ce rectum est beaucoup plus gros que l'intestin et contient, à l'ouverture de ce dernier, une sorte de repli valvulaire. L'anus est situé entre les deux gros muscles postérieurs et traverse une mince membrane tendue entre eux et fermant en arrière la cavité générale du corps.

» Une membrane verticale suit, en dessus et en dessous, toute la longueur de l'intestin et divise la cavité générale en deux moitiés symétriques. L'espace manque pour donner quelques détails sur la structure de ces membranes.

» Les organes de reproduction des cranies sont, comme chez les autres brachiopodes, compris en grande partie dans l'épaisseur du manteau, qui tapisse la face interne des deux valves. Ce manteau peut être divisé en deux couches : l'une génitale, l'autre intimement unie à la coquille. Je ne m'occuperai que de la première.

» Les sexes sont séparés, et rien à l'extérieur ne peut les faire reconnaître. Les glandes, mâles ou femelles, sont logées dans des cavités allongées formant des bandes plus ou moins rectilignes. L'ensemble de deux glandes, occupant la même valve, peut être représenté par deux mains posées à plat et se touchant par les pouces; chacun des doigts représente une cavité, à la voûte de laquelle la glande est suspendue. Il y en a cinq ordinairement, reliées entre elles à leur partie inférieure. La paroi de cette voûte est formée d'une mince couche de tissu cartilagineux, comprise entre deux épithéliums à cellules petites et à peu près régulières. La surface semble striée transversalement de lignes très fines, partant du sommet de la voûte. La couche cartilagineuse émet, en dedans de la voûte, un prolongement très grêle, recouvert par l'épithélium interne, auquel est attachée la glande génitale qui, n'est qu'une modification de cet épithélium.

La glande figure, sur une coupe, une grappe large et assez plate, suspendue par un petit filet au sommet de la cavité. Les œufs, à vitellus jaune, opaque, sont entourés d'une couche de cellules plates à noyau net et petit. La partie formative est considérable; enfin, entre les œufs se voient des taches pigmentaires brunes ou noires.

» De chaque côté, la partie de la glande qui constituerait, pour continuer la comparaison avec une main, le poignet, pénètre dans le corps de l'animal entre les deux muscles principaux; c'est là que se fait la communication entre la cavité générale et les cavités digitiformes qui recouvrent en dedans les deux valves. Les œufs mûrs, rompant leur pédicule d'attache, suivent ces lacunes et arrivent à deux pavillons ridés et reliés, en forme d'entonnoir oblique et évasé, qui les rejettent en dehors par leurs orifices extérieurs, voisins de la bouche.

» Les organes mâles ressemblent absolument, comme disposition générale et comme mode d'évacuation des produits, aux organes femelles. Leur structure histologique seule varie. Également suspendus à la voûte des cavités palléales, ils ont des cellules très petites, serrées, surtout au centre, à noyau relativement gros, et reliées par un très léger tissu transparent.

» Dans les deux sexes, un étroit conduit, souvent invisible, suit la base de la glande à son point de jonction avec le cordon qui la relie au sommet de la voûte.

» Je borne ici ces quelques considérations, me proposant de publier dans une Note prochaine plusieurs faits concernant les systèmes nerveux, respiratoire et musculaire, ainsi que l'histologie de la coquille et du manteau. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Gommose caulinaire et radicale dans les Aurantiacées, Amygdalées, le Figuier, l'Olivier et noircissement du Noyer.* Note de M. Savastano, présentée par M. P. Duchartre.

« Dans mon Mémoire sur le *Pourridié* du Figuier, j'ai démontré qu'il pouvait survenir une gommose dans le système radical avec tous les caractères pathologiques semblables à ceux de la gommose de la tige. J'ai entrepris une étude comparée entre le système caulinaire et radical d'autres plantes atteintes de la même maladie, pour déterminer si chez elles les choses se passent comme dans le Figuier. Les espèces que j'ai étudiées sont: *Citrus Aurantium, Limonum, vulgaris et nobilis; Amygdalus persica* et com-

munis; Prunus Cerasus, domestica, insititia, armeniaca et *Mahaleb, Olea europæa*. J'ai fait l'anatomie de plantes saines ou paraissant telles et de différents âges, d'autres à peine attaquées ou languissantes, enfin d'autres qui étaient mortes de la gommose. Les résultats de ces études sont les suivants :

» Les caractères pathologiques de la gommose ont été décrits tout récemment par MM. Beyerinck, Comes, Briosi, Sorauer, Frank et particulièrement par MM. Trécul et Prillieux. Je crois inutile de résumer ici les résultats de leurs recherches, parce qu'ils sont bien connus; j'ajoute toutefois le fait suivant.

» Il faut distinguer nettement, à mon avis, une double genèse de la gomme dans la tige; la première est celle dans laquelle les lacunes gommeuses sont produites indépendamment de tout fait traumatique; la seconde est celle qui dépend au contraire de faits traumatiques. Les premières se forment dans la zone cambiale et peuvent appartenir aux éléments soit libériens, soit ligneux; elles sont d'abord très petites et fermées par un grumeau de cellules gommifiées ou en train de se gommifier. Quelquefois on en trouve dans l'étui médullaire et même dans la moelle jeune; celles-ci sont assez rares dans les Aurantiacées, le Figuier et l'Olivier, et fréquentes dans les Amygdalées. On observe des faits semblables dans le système radical, où la forme des lacunes, leur entrelacement en système et tous les autres caractères pathologiques ne présentent aucune différence, mais où ces sortes de lacunes sont plus fréquentes.

» Quant aux faits traumatiques, un cassement, une meurtrissure, une déchirure, une incision, une torsion, la morsure d'un animal, causent presque toujours dans la tige et dans l'écorce, comme dans le bois, la formation d'une lacune gommeuse proportionnelle à la lésion. Quand cela arrive sur une tige ou branche vigoureuse, la lacune est limitée par un ou plusieurs bourrelets qui, selon le processus décrit par M. Trécul, empêchent la diffusion de la gomme dans les tissus voisins et couvrent la blessure à l'extérieur. La gomme renfermée sous le bourrelet, de tendre et souple, devient dure et friable comme la résine; elle est pathologiquement inerte. Il se forme ainsi des cratères éteints, toujours prompts à se mettre en activité s'il survient un dérangement dans les fonctions de la plante. Au contraire, quand la lésion atteint une vieille branche ou une grosse tige, il est rare qu'elle se cicatrise complètement, et alors il y a un abondant écoulement gommeux. Dans les Amygdalées, la formation de ces lacunes est très facile et rapide; dans les Aurantiacées, elle l'est un peu moins et inégale selon les espèces, dans les *C. Limonum* et *Aurantium* plus que

dans les *C. vulgaris* et *nobilis* ; enfin elle est rare dans l'Olivier et le Figuier.

» Dans les racines, les mêmes faits traumatiques amènent les mêmes conséquences avec quelques modifications. Après la blessure il se produit de la gomme qui, à cause de l'humidité du sol, ne pouvant devenir dure et friable comme dans la tige, se propage plus facilement aux tissus voisins et empêche la formation d'un bourrelet. Dès lors le tissu reste exposé aux agents extérieurs, et bientôt il est envahi par un processus bien plus destructeur, l'humification; c'est pour cela qu'on voit rarement sur les racines une blessure parfaitement cicatrisée.

» Si à ce fait on ajoute que le siége le plus fréquent de la maladie est le corps de la racine, on s'explique pourquoi la mort est causée plus facilement dans le système radical que dans le système caulinaire.

» Que l'humidité du sol soit la cause de l'humification du bois après la formation de la gomme et non la nature du tissu, c'est ce que prouve l'observation suivante. Dans la péninsule sorrentine, on voit nombre de gros Cerisiers qui, se trouvant sur des pentes de côteaux, ont des branches de racines hors du sol. Dans ces branches il se forme des lacunes gommeuses avec des écoulements et des bourrelets, sans qu'il survienne d'humification. Au contraire, dans les branches horizontales de la tige de ces arbres, et plus encore dans celles des Citronniers en espalier, une fois qu'une lacune s'est produite, l'eau s'y accumule, et alors survient le processus d'humification.

» La gommose peut atteindre aussi les fruits : chez les Aurantiacées, les Amygdalées et l'Olivier, elle s'y montre le plus souvent dans le mésocarpe, plus rarement dans l'endocarpe. Elle est fréquente encore dans l'amande ainsi que dans les cotylédons des Aurantiacées et dans la figue.

» Enfin même les feuilles peuvent offrir de la gomme, soit qu'elle y arrive par transmission du rameau, soit qu'elle se produise dans le parenchyme foliaire.

» La gommose foliaire de l'Olivier et du Figuier peut être mise en évidence par une réaction microchimique caractéristique [1]. Il n'en est pas de même pour celle des Amygdalées et Aurantiacées, pour laquelle il faut se borner aux caractères physiques.

---

[1] En traitant les tissus malades avec l'acide sulfurique bien concentré, on obtient une couleur de carmin très vive. Cette couleur est due, pour l'Olivier, à l'olivine, composé qui est mêlé dans la gomme et produit dans la gommose, et pour le Figuier à une substance qui n'a pas encore été étudiée par les chimistes.

» J'ai étudié aussi le *noircissement* chez le Noyer, maladie que je crois analogue à la maladie de l'*encre* que MM. Planchon, de Seynes et particulièrement M. Gibelli ont étudiée dans les Châtaigniers.

» La marche du mal, ses caractères, sauf le noircissement, sont tellement semblables à ceux de la gommose, qu'on peut affirmer que, chez le Noyer, il remplace celle-ci. La formation des lacunes, soit indépendantes des faits traumatiques, soit en dépendant, est identique avec celle qu'on observe dans la gommose. Souvent la maladie se développe dans l'étui médullaire. Dans le fruit, elle attaque fréquemment le brou, rarement les valves, très souvent les cotylédons. Enfin les feuilles peuvent aussi en être affectées, et alors elles se dessèchent rapidement.

» Je conclus que, dans les espèces que j'ai examinées, tous les organes de la plante peuvent manifester la gommose (le noircissement pour le Noyer) et que les différences pathologiques observées pour les racines doivent être attribuées au sol, tandis que, dans les feuilles, elles tiennent à la nature du tissu. »

OPTIQUE. — *Remarques sur les propriétés optiques des mélanges isomorphes.* Note de M. H. **Dufet**, présentée par M. Fouqué.

« M. Soret, dans une récente Communication (séance du 17 novembre 1884), a donné les indices qu'il a mesurés pour une nombreuse série d'aluns. Il fait remarquer la différence entre l'indice qu'il a trouvé pour l'alun aluminothallique et celui qu'avait indiqué M. A. Fock, et note que ce fait n'est pas sans importance au point de vue de la théorie des propriétés optiques des mélanges isomorphes.

» On me permettra de rappeler que, dans une Communication faite à l'Académie des Sciences dans la séance du 8 avril 1878, j'avais énoncé la loi suivante : « Les différences entre les indices d'un mélange de deux sels » isomorphes et ceux des sels composants sont en raison inverse des nom» bres d'équivalents des deux sels qui entrent dans le mélange. » M. A. Fock, dans un Mémoire publié dans le *Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie* de Groth, 1880, vol. IV, p. 583, a voulu démontrer que cette loi n'était pas générale et avait étudié, dans ce but, quelques mélanges cristallins, entre autres des mélanges d'aluns potassique et thallique. Il m'avait bien paru, à la lecture du Mémoire, que la détermination de l'indice de l'alun de thallium devait être fautive, car les indices des mélanges suivent exactement la loi qui assigne une droite comme forme de la ligne

ayant pour abscisses les équivalents et pour ordonnées les indices. J'avais négligé à ce moment, détourné par d'autres travaux, de rechercher ce point. La détermination nouvelle de M. Soret me semble montrer qu'il y a eu effectivement, dans la détermination de l'indice de l'alun de thallium par M. A. Fock, une erreur accidentelle.

» M. Soret trouve les indices suivants pour la raie D :

Alun aluminothallique	1,49748
Alun aluminopotassique	1,45645

tandis que M. Fock donne

Alun aluminothallique	1,4888
Alun aluminopotassique	1,4557

» Les indices, dans les deux cas, ont été mesurés à l'aide du réfractomètre. On peut calculer les indices des mélanges, soit avec les nombres de M. Soret, soit même, en admettant une légère erreur dans l'indice du liquide de comparaison, prendre pour l'alun de potasse le nombre de M. Fock et pour l'alun de thallium un nombre ayant avec le premier la même différence que celle qui existe entre les nombres de M. Soret. On voit, par le Tableau suivant, où le premier calcul est désigné par la lettre A, le second par la lettre B, que les différences entre les observations de M. Fock et la loi que j'ai établie sont de l'ordre des erreurs d'observation :

Équivalents d'alun de thallium pour 100.	Mesures de M. Fock.	Calcul A.	Diff.	Calcul B.	Diff.
0	»	1,45645	»	1,45570	»
9,3	1,4602	1,4603	− 0,0001	1,4595	+ 0,0007
14,3	1,4627	1,4623	+ 0,0004	1,4616	+ 0,0011
32,7	1,4700	1,4699	+ 0,0001	1,4691	+ 0,0009
57,8	1,4764	1,4802	− 0,0038	1,4794	− 0,0030
71,4	1,4847	1,4857	− 0,0010	1,4850	− 0,0003
78,4	1,4867	1,4886	− 0,0019	1,4879	− 0,0012
85,8	1,4926	1,4918	+ 0,0008	1,4910	+ 0,0016
88,0	1,4927	1,4926	+ 0,0001	1,4918	+ 0,0009
100	»	1,49748	»	1,49673	»

» Je ne crois pas que l'on puisse compter sur une approximation plus grande par l'emploi du réfractomètre de Kohlrausch. Je pense donc que,

loin de contredire la loi que j'ai posée, les mesures de M. Fock en sont la confirmation, à la condition de rectifier une seule de ses données, évidemment fautive.

» Dans le cours du Mémoire cité, M. Fock étudie des mélanges d'hyposulfates de plomb et de strontiane, deux sels dont le premier est optiquement positif, le second négatif et dont le mélange peut être isotrope pour une couleur. M. Fock reconnaît que la vérification est complète; je n'ai donc pas à insister.

» Plus loin M. Fock cite des mélanges de sulfate et de chromate de manganèse qui ne vérifient pas la loi que j'ai posée. J'avais essayé, avant la publication de mes premières recherches, d'étudier de semblables mélanges et j'avais été arrêté par la difficulté d'obtenir de bonnes mesures des indices et de l'angle des axes. Les cristaux, même très petits, se montrent toujours formés de parties emboîtées, probablement de compositions différentes, et donnant des images multiples, soit au goniomètre, soit au microscope polarisant. Certains au moins des mélanges étudiés par M. Fock semblent être dans ce cas, si j'en juge par la différence entre les indices mesurés par la méthode du prisme et par l'emploi du réfractomètre; il trouve ainsi pour l'indice moyen d'un mélange contenant 43,7 équivalents de chromate contre 57,3 de sulfate :

Par la méthode du prisme	1,5092 et 1,5007
Par le réfractomètre	1,4934

alors que l'indice calculé serait 1,4965. »

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Etude d'un projet de canal d'assainissement de Paris à la mer;* par M. Ar. Dumont (1). (Extrait.)

« Si l'expérience de ces dernières années, due à l'initiative de MM. les ingénieurs de la Ville de Paris, a démontré que le meilleur système d'épurement des eaux d'égout réside dans l'irrigation, ainsi que le prouvent le expériences de la plaine de Gennevilliers, faites sur plus de 500^{ha}, et pouvant épurer environ $10\,000\,000^{mc}$ par an, il reste encore les doutes les plus sérieux sur la possibilité d'épurer et d'utiliser rationnellement le volume entier des eaux des égouts, s'élevant à $100\,000\,000^{mc}$ par an, dans un ter-

(1) Cette Note a été adressée à l'Académie le 24 octobre 1884.

rain aussi restreint que la portion de la forêt de Saint-Germain où l'on voudrait déverser le volume entier : ce terrain n'aurait pas une surface supérieure à 1000^{ha} ou 1200^{ha}.

» Malgré les cultures les plus intensives, les labours les plus fréquents, il est à craindre que l'épuration soit incomplète et que l'on accumule sur un même point des germes d'infection, que l'enfouissement est impuissant à détruire, ainsi que l'ont démontré les expériences de M. Pasteur.

» On ne peut d'ailleurs irriguer en toute saison : de là, la pensée de créer un moyen d'évacuation complet, pouvant toujours fonctionner sur le volume entier des $300\,000^{mc}$ par jour ou $110\,000\,000^{mc}$ par an.

» Jusqu'à ce jour, aucun canal d'assainissement, de Paris à la mer, n'avait été sérieusement étudié ; dans le vague où l'on est resté, on a énormément exagéré les dépenses et les difficultés de l'entreprise : c'est ce que prouve l'étude à laquelle je viens de me livrer sur tout le parcours du canal.

» Cette étude est fondée sur les principes suivants : 1° le point de départ du canal d'assainissement serait dans un réservoir couvert, situé au-dessous d'Herblay, rive droite de la Seine. Les eaux des collecteurs seraient envoyées dans ce réservoir, à la cote de 45^{m}, par les machines de l'usine de Clichy, qui serait complétée dans ce but ; 2° d'Herblay à un point isolé, situé sur le littoral de la Manche, entre Dieppe et le Tréport, le canal aurait une longueur de 152^{km} ; il serait partout entièrement couvert.

» Voici l'indication générale du tracé.

» A partir d'Herblay, le canal s'établirait en tranchée sous le plateau d'Herblay-Conflans ; il viendrait traverser l'Oise près d'Eragny, à l'aide d'un viaduc de 25^{m} de hauteur. Sur la rive droite de l'Oise, les eaux du canal seraient élevées d'une hauteur de 31^{m}, à l'aide de machines à vapeur d'une force de 1500 chevaux. La cote des eaux, après le refoulement, serait de $73^{m},60$.

» A partir de ce point, le canal se développerait sur le plateau, en suivant parallèlement le tracé du chemin de fer de Gisors à Pontoise. Sa pente normale a été fixée à $0^{m},30$ par kilomètre. Le canal pénétrerait dans la vallée de l'Epte par un tunnel de 4^{km} de longueur et arriverait aux environs de la ville de Gisors, après un parcours de 4^{km}, à la cote $59^{m},40$ [1].

» Le canal continuerait à remonter la vallée de l'Epte sans aucune diffi-

(1) Au-dessus du niveau de la mer à Dieppe.

culté, jusqu'aux environs de Serifontaine. Vers ce point, les eaux seraient relevées, par une seconde usine, d'une hauteur de 50^m.

» La cote du canal, après ce relèvement, serait de $106^m,40$. A partir de ce point, le canal s'établirait à flanc de coteau, passerait derrière la ville de Gournay, et traverserait le faîte qui sépare les deux vallées de l'Epte et de la Béthune, à l'aide d'une galerie souterraine de 15^{km} de longueur. Cette galerie n'imposerait pas de très fortes dépenses, en raison de la petite section du canal. Les puits auraient une profondeur de 30^m à 40^m seulement.

» A partir de la sortie de cette galerie, aux environs de Neufchâtel, le canal suivrait sans aucune difficulté la vallée de la Béthune, jusqu'à la forêt d'Arques; il traverserait, à l'aide d'une arcature de 20^m de hauteur, la vallée de l'Eaulne aux environs de Saint-Martin, s'engagerait, par un tunnel de 6^{km} de longueur, sous la falaise de Grèges, et aboutirait enfin à la Manche sur un point entièrement isolé.

» La cote du canal, au bord de la falaise, serait de 20^m; on aurait donc toute facilité pour rejeter le volume, soit à marée haute, soit à marée basse, de manière qu'aucun dépôt ne puisse se faire vers le point de déversement. Ce point, d'ailleurs inhabité, est situé à 7^{km} de Dieppe et à 17^{km} environ du Tréport. Le courant littoral et la disposition de la côte éloignent toute espèce d'inconvénient pour ces deux ports.

» De la sortie du souterrain à la mer, le canal présenterait des chutes qui pourraient créer des forces motrices importantes.

» Il importe d'ailleurs de remarquer que pendant les jours d'irrigation, sur le parcours du canal, son volume serait presque entièrement absorbé avant l'arrivée sur les bords de la mer. Cette circonstance se réaliserait pendant les deux tiers de l'année en moyenne.

» La dépense d'exécution, très largement évaluée entre Herblay et la mer, ne dépasserait pas 60 millions; les frais d'exploitation des usines d'Eragny et de Sérifontaine seraient largement couverts par la vente des eaux d'irrigation sur tout le parcours du canal, qui donnerait une surface de plus de $30\,000^{ha}$ pouvant recevoir facilement ses eaux. La section et les pentes admises dans le projet permettraient l'évacuation d'au moins $500\,000^{mc}$ par jour. Rien ne serait perdu, des matières fertilisantes que les eaux d'égout contiennent en si grande quantité, et l'on pourrait réaliser cette rotation féconde qui est, depuis si longtemps, indiquée comme la seule solution complète de l'assainissement des grands centres de population.

» En complétant le principe de *tout à l'égout* par celui de *tout à la mer*, la Ville de Paris pourrait se procurer, par les droits de chutes [1], des ressources couvrant très largement les dépenses nécessaires soit pour compléter les égouts de la capitale, soit pour exécuter le canal d'assainissement.

» L'exécution d'un pareil évacuateur serait un digne couronnement aux beaux travaux exécutés par les ingénieurs de la Ville de Paris, et ferait de cette capitale l'une des villes les plus salubres du monde.»

M. P. Neveüe d'Aiguebelle adresse un certain nombre de Mémoires et documents, concernant l'utilisation des eaux d'égouts, l'assainissement de Paris, etc...

M. Bochefontaine adresse, par l'entremise de M. Richet, une Note rappelant les expériences qu'il a publiées autrefois sur la diffusion des courants électriques dans les tissus des animaux (*Société de Biologie*, t. XXX, p. 291, 12 octobre 1878, et *Journal des connaissances médicales*, 3e série, t. I, p. 142 et suiv., 1879).

M. A. Gaudry présente à l'Académie, au nom de M. le professeur *Seeley*, plusieurs Mémoires de Paléontologie et un Manuel de Géologie en anglais. Il s'exprime de la manière suivante :

« En 1882, M. A. Geikie, directeur général du Geological Survey de la Grande-Bretagne, a publié un *Text-book of Geology* qui renferme les traits principaux de la Géologie et de la Paléontologie. L'étude de l'histoire du vieux monde est si répandue en Angleterre, que l'on vient de faire paraître un autre Traité de Géologie. Il est intitulé : *Manuel de Géologie théorique et pratique*, par John Phillipps, complété par Etheridge et Seeley. John Phillipps était le neveu de William Smith, le fondateur, en Angleterre, de la Géologie paléontologique, c'est-à-dire de la Géologie qui se base sur les fossiles pour la distinction des terrains. Il a continué et développé les grandes idées de son oncle. Son Traité de Géologie est devenu classique; mais sa dernière édition date de 1855, c'est-à-dire de près de trente ans. Pour une Science en voie de formation, telle que la Géologie, trente ans

---

[1] Plus de 7 millions par an.

c'est comme un siècle. Grâce à deux Membres de la Société royale de Londres, MM. Etheridge et Seeley, le *Manuel de Géologie* de Phillipps vient d'être enrichi de toutes les découvertes récentes. M. Etheridge a particulièrement étudié la distribution des Invertébrés fossiles dans les couches terrestres; M. Seeley est bien connu par ses beaux travaux sur la Paléontologie des Vertébrés. L'Ouvrage aura deux volumes; M. Seeley s'est spécialement occupé du premier volume, qui vient de paraître. Un des chapitres renferme, sous le titre d'*Idées élémentaires en Paléontologie,* les résultats des plus récentes recherches sur les êtres fossiles.

» Si, outre les Traités que je viens de citer, on consulte le *Manuel de Paléontologie* en deux volumes de M. Nicholson, les *Principes élémentaires de Paléontologie*, qui ont paru l'année dernière en Belgique, et où M. Briart a traité de main de maître quelques-unes des grandes questions de la Paléontologie, si enfin on parcourt le *Traité de Paléontologie* de M. Zittel, qui se publie en ce moment, et est répandu en France par la traduction de M. Charles Barrois, on pourra facilement se rendre compte du mouvement qui se produit chez nos voisins, en Paléontologie aussi bien qu'en Géologie. »

M. **Daubrée** présente à l'Académie, de la part de M. *F. Cope Whitehouse,* une série de photographies des cavernes de l'île de Staffa, et plusieurs Opuscules concernant l'origine de ces cavernes.

D'après de nombreuses observations, l'auteur regarde comme extrêmement improbable que ces différentes cavernes, et particulièrement celle dite de Fingal, aient été creusées par l'action naturelle de la mer. Après avoir étudié les rapports de situation de cette île avec toutes celles qui l'entourent, y compris Iona, il se demande si les cavernes n'auraient pas été creusées artificiellement, par la race très ancienne qui avait établi des ports sur la côte d'Irlande.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 novembre 1884.

Electrolyse. Renseignements pratiques sur le nickelage, le cuivrage, la dorure, l'argenture, etc.; par H. Fontaine. Paris, Baudry et Cie, 1885; in-8°.

Deuxième Mémoire sur le lait; par E. Duclaux. Nancy, Berger-Levrault, 1884; in-8°. (Extrait des *Annales de l'Institut national agronomique.*)

Etude d'un microbe rencontré chez un malade atteint de l'affection appelée clou de Biskra; *par* MM. Duclaux et Heydenreich. Paris, G. Masson, 1884; br. in-8°. (Extrait des *Archives de Physiologie.*)

Travaux du Conseil d'hygiène publique et de salubrité du département de la Gironde pendant l'année 1883; t. XXV. Bordeaux, imp. de Lanefranque, 1884; in-8°.

Du choléra. Traitement nouveau. Guérison; par le Dr F. Jousseaume. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1884; in-12. (Renvoi au Concours Bréant.)

Recueil zoologique suisse, publié sous la direction du Dr Hermann Fol; t. I, n°s 1 à 4. Genève, Bâle, H. Georg, 1883 et 1884; 4 livr. in-8°.

Le guide de l'amateur d'Astronomie. Marche à suivre dans l'étude de cette belle science; par J. Vinot. Paris, aux Bureaux du *Ciel,* cour de Rohan, 1884; in-12.

Archives du musée Teyler. Série II, vol. II; première Partie. Haarlem, les Héritiers Loosjes; Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°.

Mémoires de l'Académie royale de Copenhague; 6e série, t. I, n°s 9, 10; t. II, n° 6. Copenhague, 1884; 3 livr. in-4°.

Nederlandsch meteorologisch jaarboek voor 1877. Zes en Twintigste jaargang. Tweede deell. Utrecht, Kemink, 1884; in-4° oblong.

Proceedings of the Canadian institute Toronto; vol. II, fasc. 2, 3. Toronto, Copp, Clark et C°, 1884; 2 livr. in-8°.

Discursos leidos ante la real Academia de Ciencias medicas, fisicas y naturales de la Habaña, en la recepcion publica del Senor don C. de Pedroso, el dia 11 *de mayo de* 1884. Habaña, imp. La Antilla, 1884; in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 novembre 1884.

Ministère du Commerce (Service de la Statistique générale de France). Annuaire statistique de la France. Septième année, 1884. Paris, Imp. nationale, 1884; gr. in-8°.

École nationale des Ponts et Chaussées. Collection de dessins distribués aux élèves; t. III, 2e fascicule, XIXe livraison, 1884. Paris, Imp. nationale, 1884; gr. in-8° avec atlas.

Annales de l'Observatoire royal de Bruxelles. Nouvelle série. *Annales astronomiques,* t. V, second fascicule. Bruxelles, F. Hayez, 1884; in-4°. (Deux exemplaires.)

A.-E. Nordenskiöld. *Voyage de* la Véga *autour de l'Asie et de l'Europe.* Ouvrage traduit du suédois par MM. Ch. Rabot et Ch. Lallemand, t. II. Paris, Hachette et Cie, 1885; gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Le Phylloxera du chêne et le Phylloxera de la vigne, études d'Entomologie agricole; par M. G. Balbiani. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4° avec 11 planches gravées. (Présenté par M. Blanchard.)

Ministère de l'Intérieur. Direction de l'Agriculture. Service du Phylloxera. Destruction de l'œuf d'hiver du Phylloxera. Rapport de M. Balbiani en date du 30 septembre 1884. *Instructions pratiques.* Paris, Imp. Nouvelle, 11, rue Cadet, 1884; gr. in-8°. (Présenté par M. Blanchard.)

Électricité et Magnétisme; par Fleeming Jenkin, traduit de l'anglais sur la septième édition, par M. H. Berger et M. Croullebois. Paris, Gauthier-Villars, 1885; in-8°. (Deux exemplaires.)

Traité élémentaire d'électricité; par James Clerk Maxwell, publié par W. Garnett, traduit de l'anglais par G. Richard. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Deux exemplaires.)

Météorologie du Soudan. La saison sèche au fort de Kita; par M. Ed. Dupouy. Paris, Berger-Levrault, 1884; br. in-8°.

Sur les surfaces à pente uniforme et les réseaux proportionnels; par M. L. Lecornu. Caen, typ. F. Le Blanc-Hardel; 1884; br. in-8°.

Albert Girard. *Invention nouvelle de l'Algèbre.* Réimpression par le Dr D. Bierens de Haan. Leiden, imp. Muré, 1884; petit in-4°.

Astronomical and magnetical and meteorological observations made at the

Royal Observatory, Greenwich, in the year 1882. London, 1884; in-4° cartonné.

The transaction of the Linnean Society of London. 2nd Ser. *Botany,* vol. II, Part 2, 3, 4, 5; 2nd Ser. *Zoology;* vol. II, Part 6, 7, 8. London, 1883; 7 livr. in-4°.

The journal of the Linnean Society, Botany; vol. XIX, n° 122; vol. XX, nos 123-129; *Zoology,* vol. XVI, nos 95, 96; vol. XVII, nos 97-100. London, 1883; 13 liv. in-8°.

Philosophical Transactions of the royal Society of London; vol. 174, part II, III. London, 1883-1884; 2 vol. in-4°.

Proceedings of the royal Society; vol. XXXV, n° 227; vol. XXXVI, nos 228-231. London, 1883-1884; 5 livr. in-8°.

Memoirs of the royal astronomical Society; vol. XLVII, 1882-83; vol. XLVIII, Part I, 1884. London, 1883-1884; 2 vol. in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, vol. XII, XIII. Boston, 1884; 2 vol. in-4°

The correlation of physical forces; by the Hon. Sir W. R. Grove. London, Longmans Green, 1874; in-8° relié.

Diseases of the spinal cord; by Byrom Bramwell. Edinburgh, Young J. Pentland, 1884; in-8° relié.

Report of the fifty-third meeting of the British association for the advancement of Science, held at Southport in september 1883. London, John Murray, 1884; in-8° relié.

Transactions of the royal Society Edinburgh; vol. XXX, Part II-III; vol. XXXII, part I. Edinburgh, 1884; 2 vol. in-4°.

Proceedings of the royal Society of Edinburgh; session 1881-82, 1882-83. Edinburgh, 1884; 2 vol. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 17 novembre 1884.)

Pages 868 et 869, dans les quatre Tableaux, première colonne, troisième ligne, *au lieu de* c, *lisez partout* C.

Dans le deuxième Tableau, troisième colonne; dans le troisième Tableau, cinquième colonne; dans le quatrième Tableau, sixième colonne; *au lieu* du symbole chimique Fl, *lisez* le symbole Tl.

Dans le deuxième Tableau, deuxième colonne; pour l'indice de l'alun alumine-césium, raie G, *au lieu de* 1,46121, *lisez* 1,46821.

Dans le quatrième Tableau, cinquième colonne; pour l'indice de l'alun fer-césium, raie E, *au lieu de* 1,48697, *lisez* 1,48797.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 8 DÉCEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la photographie d'un tornado, prise aux États-Unis;* par M. FAYE.

« M. Langley, l'astronome bien connu de l'Académie, étant en visite à l'observatoire Washburn (Madison, Wisconsin), a reçu du savant directeur de cet établissement, M. E.-S. Holden, une photographie fort curieuse d'un tornado qui a exercé des ravages au mois d'août dernier, dans l'état de Dakota (territoire de l'Ouest). Le cliché a été pris par un photographe de la localité et publié par lui avec l'annotation suivante :

» Photographié par J.-N. Robinson Howard, Miner County, Dakota. Le 28 août dernier un tornado passa à 22 milles à l'ouest de la ville. Il a paru à 4^h de l'après-midi, marchant dans la direction du sud-est. Il a duré deux heures, tuant nombre de personnes et détruisant toutes les propriétés qui se trouvaient sur son passage.

» MM. Langley et Holden croient que le cliché original a dû subir d'assez fortes retouches; ils n'en garantissent donc pas la complète authen-

ticité, mais ils pensent qu'il s'agit là de la reproduction de faits réels et que ce document mérite quelque attention. Les journaux de Wisconsin qui parlent du tornado du 28 août disent qu'il marchait au sud-est, avec une vitesse de 40 *miles* (64^{km}) à l'heure, détruisant tout ce qu'il a rencontré sur une bande de terrain de 100 yards (91^{m}) de largeur.

» Voici donc, sauf les réserves ci-dessus, une image du phénomène peinte par lui-même, et non un dessin fait après coup sur des souvenirs



ou des récits nécessairement incomplets. Le tornado attaque le sol par son extrémité inférieure; ses gyrations violentes y soulèvent des torrents de poussière, lançant autour de lui tous les objets plus ou moins légers qu'il a frappés et détachés du sol. Il ne pompe pas les objets, il les chasse horizontalement.

» Quand on lit une description de ces phénomènes redoutés, on peut à la rigueur, sous l'influence d'un vieux préjugé, s'imaginer que le tornado est une colonne ascendante qui va du sol aux nuées, pompant l'air et les objets inférieurs; mais lorsqu'on a sous les yeux cette photographie dont voici

l'esquisse, et que l'on y joint, par la pensée, cette circonstance que ces gyrations puissantes, évidemment nées dans les courants supérieurs, se propagent vers l'est sans se déformer, avec la vitesse d'un train express, au sein des couches d'air inférieures, ordinairement calmes, il est impossible de persister dans cette erreur et de prendre, comme l'ont fait si longtemps les météorologistes, le contre-pied de la vérité. »

CHIRURGIE. — *Dernières recherches sur la coagulation intravasculaire antiseptique;* par M. L. **Gosselin.**

« Dans un Travail communiqué l'année dernière (27 août 1883) à l'Académie, j'ai annoncé que plusieurs des antiseptiques dont nous nous servons en Chirurgie avaient la propriété, quand on les met en contact avec les membranes interdigitales des pattes de grenouille, d'y arrêter la circulation, en coagulant plus ou moins rapidement le sang dans l'intérieur des capillaires. Mes résultats ont été confirmés par M. le Dr Laborde (1), qui a ajouté à l'effet coagulant et à l'oblitération dont j'avais parlé un resserrement des vaisseaux, prompt à disparaître et suivi d'une dilatation, phénomènes qu'il attribue à une irritation concomitante des nerfs vasomoteurs.

» Mes recherches avaient porté sur les alcools et les phénols. Cette année, j'ai étudié au même point de vue la plupart des autres antiseptiques proposés depuis quelques années et adoptés par un certain nombre de chirurgiens, et je vais en donner les résultats.

» 1° *Teinture d'iode.* — Comme dans mes expériences de l'an dernier, j'ai fixé la grenouille horizontalement couchée, le ventre en haut, sur une plaque de liège, avec des épingles, et j'ai étalé les membranes interdigitales au-dessus d'un trou percé dans cette plaque, entre le miroir et l'objectif du microscope (oculaire 1 et objectif 2 de Nachet). J'ai amené l'antiseptique avec un compte-gouttes, tantôt sur une des faces, tantôt sur les deux faces de chacune des membranes que j'examinais. Après deux applications de teinture d'iode, dans l'espace de trois minutes, la circulation s'est arrêtée; j'ai continué à ne pas voir nettement la contraction signalée par M. Laborde, mais j'ai très bien vu, dans cette expérience, de même que dans toutes celles qui m'ont donné ultérieurement l'arrêt de la circulation, la dilatation dont il a parlé, et à laquelle je n'avais pas fait attention l'année dernière.

» 2° *Avec l'alcool salicylé,* dans la proportion de 15gr d'acide salicylique pour 50gr

(1) *Tribune médicale,* 1883, nos 787, 788, 789.

d'alcool, même résultat, c'est-à-dire oblitération et arrêt assez prompt de la circulation, sur trois membranes interdigitales successivement examinées.

» Je ferai remarquer que, ces deux substances contenant une notable proportion d'alcool, et ce dernier possédant à un haut degré le pouvoir coagulant intra-vasculaire, je ne puis savoir quelle part il convient de faire, dans l'oblitération constatée, à cette substance et à celles qui l'accompagnaient (iode et acide salicylique).

» 3° *Avec le biiodure de mercure*, sel peu employé en Chirurgie, mais que j'ai voulu essayer à cause du rang élevé que lui donne M. le Dr Miquel dans son échelle des germicides, j'ai cru d'abord que je n'obtiendrais rien; car, dans mes deux premières expériences, je n'avais attendu que douze à quinze minutes, après trois applications, et le résultat avait été négatif. Mais, dans une troisième et une quatrième expérience, que j'ai prolongées plus longtemps (vingt-deux à vingt-cinq minutes) et après cinq applications, à trois ou quatre minutes d'intervalle, du médicament, j'ai vu la circulation s'arrêter complètement, les capillaires se dilater avec une coloration rouge très prononcée. Ma solution renfermait $0^{gr},20$ de biiodure de mercure pour 20^{gr} d'eau distillée avec $0^{gr},50$ d'iodure de potassium.

» 4° *Avec le deutochlorure de mercure au millième* (liqueur de Vanswieten), il m'a fallu plus de temps, cinquante minutes dans l'une des expériences, cinquante-huit minutes dans l'autre, et sept et huit applications pour voir la circulation s'arrêter complètement.

» Je n'ai pas dû attribuer à la fatigue et au malaise de l'animal cet arrêt tardif de la circulation, car il m'est arrivé plusieurs fois de laisser deux et trois heures une grenouille ainsi fixée sur le liège et de voir que la circulation continuait dans les membranes interdigitales étalées comme je l'ai dit. D'ailleurs, sur les animaux qui m'ont servi à étudier le biiodure et le bichlorure de mercure, j'ai examiné, séance tenante, après cessation de l'expérience, la patte du côté opposé, et j'y ai trouvé une très belle circulation. Si l'arrêt dans la première patte avait tenu à une cause générale, n'est-il pas probable que cette cause aurait agi sur la seconde aussi bien que sur la première?

» 5° *Avec une solution éthérée d'iodoforme*, dans la proportion de 5^{gr} d'éther pour 2^{gr} d'iodoforme, j'ai vu la circulation s'arrêter au bout de six minutes et après une seule application, et ce n'est pas à l'éther qu'il faut attribuer le résultat, car, ayant fait l'expérience comparative avec de l'éther pur, je n'ai vu la circulation s'arrêter qu'au bout de quarante-cinq minutes, et je l'ai expliqué plutôt par la réfrigération résultant de neuf applications successives qu'à une propriété coagulante du médicament.

» 6° J'ai encore essayé la solution de sulfate de cuivre à $\frac{1}{100}$, les solutions de chlorure de zinc à 5 et 10 pour 100, l'eau oxygénée la plus pure, l'acide borique à $\frac{1}{20}$, et je n'ai pu obtenir l'arrêt de la circulation avec aucune de ces substances, bien que l'expérience ait été répétée pour chacune d'elles trois fois au moins sur des animaux différents, et que les applications du médicament aient été faites une dizaine de fois dans l'espace de plus d'une heure chaque fois.

» Je ne prétends pas tirer des expériences qui précèdent des arguments en faveur de la supériorité ou de l'infériorité de tel ou tel antiseptique. Je désire seulement faire savoir aux chirurgiens que le mode d'ac-

tion de ces médicaments est plus complexe qu'on ne l'avait cru d'abord. S'ils sont presque tous germicides, ils ne le sont pas au même degré; ensuite ils sont plus ou moins aptes à coaguler les matières albumineuses, et notamment celles qui entrent dans la composition des globules sanguins (hématies); enfin ils sont coagulants intra-vasculaires dans une certaine mesure, et je continue à croire que cette dernière action peut expliquer, pour une bonne part, chez l'homme, la modération des phénomènes inflammatoires qui est une des conséquences de l'emploi bien compris des antiseptiques. En tout cas, je suis disposé à considérer comme les plus favorables les antiseptiques placés à un degré élevé dans les trois tableaux ci-dessous, dressés d'après l'étude des trois modes d'action que je viens d'indiquer. Le premier est emprunté à la thèse de M. le Dr Miquel ([1]) et au complément qu'il en a donné dans l'*Annuaire de Montsouris* pour 1884. Je n'y ai pas mis toutes les substances dont il a parlé, mais seulement celles dont nous nous servons en Chirurgie. Les deux autres résultent des recherches personnelles que j'ai faites sur la coagulation extra-vasculaire et intra-vasculaire donnée par le contact des antiseptiques.

1° *Action germicide.*

1. Biiodure de mercure.
2. Deutochlorure de mercure.
3. Eau oxygénée.
4. Iodoforme.
5. Sulfate de cuivre.
6. Chlorure de zinc à 4 pour 100.
7. Acide borique.
8. Acide phénique à 4 pour 100.
9. Alcool ordinaire.

2° *Coagulation extra-vasculaire.*

1. Sulfate de cuivre.
2. Acide phénique au $\frac{1}{20}$.
3. Alcool à 86°.
5. Chlorure de zinc à 5 et 10 pour 100.
6. Iodoforme (solution éthérée).
7. Acide phénique au $\frac{1}{40}$.
8. Deutochlorure de mercure (liqueur de Vanswieten).
9. Acide borique au $\frac{1}{20}$.

Eau oxygénée (o).

3° *Coagulation intra-vasculaire.*

1. { Alcool à 86.
   Acide phénique au $\frac{1}{20}$.

2. { Eau-de-vie camphrée.
   Acide phénique au $\frac{1}{40}$.
   Iodoforme (éther iodoformé).
   Teinture d'iode.
   Alcool salicylé.

3. { Biiodure de mercure.
   Liqueur de Vanswieten.

Sulfate de cuivre, Chlorure de zinc, Acide borique, Eau oxygénée } o.

([1]) Miquel, *Organismes vivants de l'atmosphère* (Thèses de Paris, 1883, n° 94).

» En présence de ces Tableaux, un mot d'explication est nécessaire. Si, dans le traitement de grandes plaies profondes, comme celles des amputations, il fallait tenir compte exclusivement de l'action germicide, comme on l'a fait au début du pansement de Lister, on pourrait croire que le biiodure et le deutochlorure de mercure, le sulfate de cuivre au centième, l'eau oxygénée, l'iodoforme sont supérieurs, pour tous les cas, à l'acide phénique au vingtième, à l'alcool et à l'eau-de-vie camphrée. La clinique jusqu'ici n'a pas donné raison à cette présomption, et, malgré les tentatives qui se font de tous côtés pour substituer à ces agents quelque chose de meilleur, je ne crois pas qu'on y soit arrivé. Je n'en veux d'autre preuve que les divergences qui existent dans la pratique des chirurgiens, les uns donnant la préférence à la liqueur de Vanswieten, les autres à l'eau oxygénée, d'autres encore à l'iodoforme et au chlorure de zinc, mais le plus grand nombre adoptant l'acide phénique seul, ou l'associant à l'un des autres agents, sans donner les motifs de cette association.

» Seulement on a oublié trop souvent que ce qui est essentiel dans le pansement avec l'acide phénique, c'est le grand lavage, avant l'occlusion définitive de la plaie, avec la solution au vingtième chez l'adulte, la solution au quarantième chez l'enfant; c'est aussi de ne pas laisser les drains trop longtemps. C'est par suite de ces oublis que le pansement a donné quelquefois, malgré son action germicide, des suppurations plus abondantes et plus prolongées que cela aurait eu lieu si le pansement avait été mieux compris.

» Pour moi, la supériorité de l'acide phénique tient à ce que, tout en étant germicide, il est très coagulant, ce qui lui permet de rendre imputrescents les liquides épanchés en dehors des vaisseaux et de diminuer, par l'oblitération d'un certain nombre de capillaires et peut-être par une modification avantageuse et difficilement explicable aujourd'hui des nerfs concomitants, de diminuer, dis-je, l'intensité de l'inflammation traumatique.

» A mon avis, tout antiseptique qui ne réunira pas, comme l'acide phénique au $\frac{1}{20}$ et l'alcool, ces conditions d'être tout à la fois notablement germicide, coagulant extravasculaire et coagulant intravasculaire, sera inférieur, dans le pansement des plaies, aux deux substances que je viens de nommer.

» Peut-être pour certaines maladies autres que les plaies, et notamment pour les épanchements articulaires séreux et purulents, réussit-on avec d'autres antiseptiques. Je connais, d'autre part, les succès que nos accoucheurs

français obtiennent avec la liqueur de Vanswieten et le sulfate de cuivre. Mais on n'a pas fait assez d'études comparatives pour être sûr que l'acide phénique, employé à dose convenable, ne réussirait pas aussi bien. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission de cinq Membres, qui sera chargée de proposer un sujet de prix, pour le concours du prix Vaillant à décerner en 1886.

MM. **J. Bertrand**, **H.-Milne Edwards**, **Fizeau**, **Fremy**, **Jamin** réunissent la majorité des suffrages.

Les Membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix, sont MM. Faye, Hermite.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Moricourt** adresse, par l'entremise de M. Bouley, une Note sur la préservation des ouvriers en cuivre, pendant l'épidémie cholérique de 1884.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **A. Huber**, M. **A. Basin** adressent diverses Communications relatives à l'aérostation.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **F. Laur** adresse une Note signalant une nouvelle coïncidence entre un tremblement de terre, ressenti à Saint-Étienne, et une baisse barométrique brusque, précédée d'un régime de hautes pressions.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation d'un Décret autorisant l'Académie à accepter le legs qui lui a été fait par M. Th. du Moncel.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le premier Volume du « Cours de Mécanique appliquée aux constructions (troisième édition) »; par M. *Ed. Collignon*.

2° Une brochure de M. *H. Michel*, portant pour titre : « De l'influence de l'eau potable sur la santé publique ». (Renvoi au concours de Médecine et Chirurgie.)

3° Un Volume des « Annales de l'Observatoire de Rio-Janeiro ». (Adressé par M. Cruls.)

M. **Aimé Girard** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place actuellement vacante dans la Section d'Économie rurale.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf, faites à l'équatorial de 8 pouces de l'observatoire de Bordeaux.* Note transmise par M. **G. Rayet**.

« Quelques observations de la comète Wolf ont été faites à l'équatorial de 8 pouces de l'observatoire de Bordeaux; elles donnent pour l'astre les positions suivantes :

Date. 1884.	Temps moyen de Bordeaux.	Δα ☄—✶.	α apparente.	Log. fact. parall.	Δδ ☄—✶.	δ apparente.	Log. fact. parall.	Étoile.	Observateurs.
	h m s	m s	h m s		′ ″	° ′ ″			
Sept. 24.....	10.28.53	−1.13,26	21.17.22,24	$\bar{1}$,597	+ 6.40,9	+20.36.26,8	0,575	*a*	Courty.
Oct. 15.....	10.18.17	+1.38,25	21.39.49,15	$\bar{1}$,763	− 6.38,6	+10.28.49,8	0,710	*b*	Rayet.
20.....	10.49. 1	−0.58,32	21.47.56,58	$\bar{1}$,473	− 9.53,8	+ 8. 5. 7,0	0,739	*c*	Doublet.
21.....	10.23.30	−1. 2,43	21.49.46,17	$\bar{1}$,422	+14.47,8	+ 7.40.57,2	0,740	*d*	Doublet.
23.....	10.30.24	+0.56,95	21.53.13,85	$\bar{1}$,449	+ 0.21,0	+ 6.44.19,8	0,748	*e*	Doublet.
25.....	11.25.59	+2.29,50	21.56.59,54	$\bar{1}$,546	− 5. 8,3	+ 5.51. 4,2	0,763	*f*	Flamme.
Nov. 4.....	9.16.55	−2.51,35	22.17.12,05	$\bar{1}$,312	− 0.53,8	+ 1.53.30,8	0,778	*g*	Flamme.
5.....	8.57.40	−1.55,58	22.19.22,75	$\bar{1}$,248	+ 2.47,0	+ 1.31.59,4	0,780	*h*	Flamme.

» Les positions des étoiles de comparaison sont empruntées au catalogue d'Argelander. Les positions moyennes pour 1884,0 sont :

		Numéros.	Ascension droite.	Déclinaison.
			h m s	° ′ ″
a	Argelander +20°	4902	21.18.32,1	+20.29.15,9
b	» +10	4608	21.38. 7,7	+10.34.58,5
c	» + 8	4760	21.48.54,9	+ 8.14.31,9
d	» + 7	4768	21.50.45,4	+ 7.25.40,5
e	» + 6	4934	21.52.13,7	+ 6.43.30,5
f	» + 5	4921	21.54.26,9	+ 5.55.51,4
g	» + 1	4610	22.20. 0,3	+ 1.54. 4,2
h	» + 1	4614	22.21.15,2	+ 1.28.47,5

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Wolf* (1884), *faites au cercle méridien de l'observatoire de Bordeaux*. Note transmise par M. G. RAYET.

« Pendant le mois de novembre, il a encore été possible d'obtenir à Bordeaux les observations méridiennes suivantes de la comète Wolf; elles font suite à celles qui ont été publiées dans les *Comptes rendus* du 5 novembre dernier.

Dates. 1884.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente conclue.	Distance apparente au pôle nord.	Log fact. parallaxe.	Observ.
	h m s	h m s	° ′ ″		
Nov. 4......	7.19.17,07	22.17. 1,68	88. 4.44,2	—0,776	Courty.
5......	7.17.31,77	22.19.12,65	88.26. 9,7	—0,778	Id.
6......	7.15.48,08	22.[illegible]1.25,22	88.47.24,7	—0,781	Rayet.
7......	7.14. 4,36	22.2[illegible]37,78	89. 7.50,3	—0,784	Courty.
8......	7.12.22,99	22.25.[illegible]2,68	89.27.46,2	—0,787	Id.
14......	7. 2.38,24	22.39.45,66	91.17.43,6	—0,800	Id.
15......	7. 1. 4,84	22.42. 8,56	91.34.19,0	—0,802	Id.
18......	6.56.30,59	22.49.22,24	92.20.21,8	—0,807	Doublet.
19......	6.54.59,82	22.51.48,78	92.35.45,1	—0,810	Flamme.
20......	6.53.31,25	22.54.15,52	92.49.42,7	—0,812	Doublet.
21......	6.52. 0,73	22.56.42,29	93. 3. 3,8	—0,813	Courty.

» Dans les derniers jours, les observations étaient devenues très difficiles. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'inversion des intégrales abéliennes.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Bouquet.

« Dans leur *Theorie der Abelschen Functionen*, MM. Clebsch et Gordan généralisent le problème de l'inversion, en intégrant un système d'équations aux dérivées partielles, dans les premiers membres desquelles entrent les intégrales abéliennes de première espèce et des intégrales normales de troisième espèce; ils indiquent une méthode pour passer, par continuité, de ce cas à celui où certaines intégrales de troisième espèce sont remplacées par des intégrales normales de seconde espèce. Des exemples de l'intégration d'un tel système avaient été donnés auparavant par Rosenhain (*Mémoires des Savants étrangers*, 1851) et par Clebsch à l'occasion de ses recherches sur les courbes de genre 0 et 1 (*Journal de Crelle*, t. 64). Enfin, M. Elliot (*Annales de l'Ecole Normale*, 2e série, t. XI), en étendant la méthode de Riemann telle qu'elle a été exposée par M. Briot, a intégré un système d'équations où figurent les intégrales de première espèce, avec des intégrales *normales* de *deuxième* et *troisième* espèce. L'étude de ces différents travaux conduit au théorème qui fait l'objet de cette Note.

» *Soient x et y deux variables imaginaires, liées par une relation algébrique de genre* 0 *ou* 1 *et $\varphi_1(x, y)$ une fonction rationnelle quelconque de x et y; il existe toujours un certain nombre $(n-1)$ d'autres fonctions rationnelles de x et y,*

$$\varphi_2(x, y),\ \varphi_3(x, y),\ \ldots,\ \varphi_n(x, y),$$

possédant la propriété suivante : le système d'équations différentielles

$$(1)\quad \left\{\begin{array}{l} \varphi_1(x_1, y_1)\,dx_1 + \varphi_1(x_2, y_2)\,dx_2 + \ldots + \varphi_1(x_n, y_n)\,dx_n = du_1,\\ \varphi_2(x_1, y_1)\,dx_1 + \varphi_2(x_2, y_2)\,dx_2 + \ldots + \varphi_2(x_n, y_n)\,dx_n = du_2,\\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \varphi_n(x_1, y_1)\,dx_1 + \varphi_n(x_2, y_2)\,dx_2 + \ldots + \varphi_n(x_n, y_n)\,dx_n = du_n \end{array}\right.$$

définit les n points analytiques

$$(x_1, y_1),\ (x_2, y_2),\ \ldots,\ (x_n, y_n)$$

en fonction de $u_1, u_2, \ldots, u_n$, de telle façon que les n valeurs

$$R(x_1, y_1),\ R(x_2, y_2),\ \ldots,\ R(x_n, y_n),$$

que prend une fonction rationnelle quelconque $R(x, y)$ *en ces n points, sont racines d'une équation algébrique à coefficients uniformes en* $u_1, u_2, \ldots, u_n$.

» La démonstration de ce théorème et l'intégration des équations (1) feront l'objet d'un Mémoire détaillé qui sera publié prochainement. J'espère pouvoir montrer, dans ce Mémoire, que ce même théorème est vrai, *quel que soit le genre* de la relation algébrique entre x et y. Je me borne, pour le moment, à remarquer que la démonstration du théorème repose sur la considération d'un système d'équations différentielles dans lesquelles figurent non seulement des intégrales *normales* de seconde espèce, mais encore les dérivées d'ordre quelconque de ces intégrales par rapport au paramètre. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule trigonométrique d'interpolation, pour des valeurs de la variable indépendante deux à deux équidifférentes de l'une d'elles.* Note de M. G. FOURET.

« 1. Dans une Note précédente [1], j'ai établi deux formules d'interpolation applicables, l'une aux fonctions paires, l'autre aux fonctions impaires. En appelant $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ respectivement les expressions approchées de deux pareilles fonctions, limitées, dans leur développement par la série de Fourier, aux $2n+1$ premiers termes, on a, sous une forme qui se ramène immédiatement à celle que j'ai indiquée dans ma dernière Communication,

$$(1)\quad \varphi(x) = \sum_{i=0}^{i=n} \varphi(\alpha_i) \prod \frac{\cos x - \cos\alpha_j}{\cos\alpha_i - \cos\alpha_j} \quad (j = 0, 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n),$$

$$(2)\quad \psi(x) = \sum_{i=1}^{i=n} \psi(\alpha_i) \prod \frac{\cos x - \cos\alpha_j}{\cos\alpha_i - \cos\alpha_j} \quad (j = 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, n),$$

$\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$ désignant $n+1$ valeurs quelconques de x, qui ne soient liées par aucune des conditions de dépendance que j'ai énumérées dans ma Note précédente.

» Je me propose de déduire des formules (1) et (2) une troisième for-

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 963, séance du 1er décembre 1884. L'énoncé par lequel débute cette Note a besoin d'être rectifié comme il suit : « *Trouver une fonction linéaire des sinus et cosinus d'un arc et de ses $n-1$ premiers multiples, qui, pour $2n+1$ valeurs données de cet arc, prenne $2n+1$ valeurs données correspondantes.* »

mule d'interpolation applicable à une fonction quelconque. Mais, auparavant, je vais donner des deux premières formules une démonstration *a posteriori* fort simple, et analogue à celle bien connue que Cauchy a donnée de la formule d'interpolation de Lagrange.

» 2. L'expression de $\varphi(x)$ montre clairement que cette fonction est une fonction entière de degré n de $\cos x$, et, par suite, une fonction linéaire des sinus et cosinus de x et de ses $n-1$ premiers multiples. D'ailleurs, pour $x = \alpha_i$, le second membre, on le voit immédiatement, se réduit à $\varphi(\alpha_i)$, i étant supposé nul ou égal à l'un quelconque des n premiers nombres entiers. La fonction $\varphi(x)$ satisfait donc bien, à la fois, aux conditions d'être linéaire par rapport aux cosinus de x et de ses $n-1$ premiers multiples, et de prendre les valeurs qui lui sont assignées, pour les $n+1$ valeurs données de la variable.

» Pareillement, d'après la formule (2), $\frac{\psi(x)}{\sin x}$ est une fonction entière de degré $n-1$ de $\cos x$, et, par suite, une fonction linéaire des cosinus de x et de ses $n-2$ premiers multiples. On en conclut immédiatement, à cause de l'identité

$$\sin x \cos mx = \tfrac{1}{2}\sin(m+1)x - \tfrac{1}{2}\sin(m-1)x,$$

que $\psi(x)$ est une fonction linéaire des sinus et cosinus de x et de ses $n-1$ premiers multiples. D'ailleurs, le second membre de (2) se réduit à $\psi(\alpha_i)$, pour $x = \alpha_i \,(i = 1, 2, \ldots, n)$. La fonction $\psi(x)$ satisfait donc bien à toutes les conditions qui lui ont été imposées.

» 3. Cherchons maintenant une *fonction linéaire des sinus et cosinus d'un arc x et de ses $n-1$ premiers multiples, qui, pour $2n+1$ valeurs données de cet arc, dont l'une est nulle, et les autres sont deux à deux égales et de signes contraires, prenne $2n+1$ valeurs données correspondantes.*

» Soient

$$A_0 + A_1 \cos x + \ldots + A_n \cos nx + B_1 \sin x + \ldots + B_n \sin nx = f(x)$$

la fonction cherchée, et $0, \pm\alpha_1, \pm\alpha_2, \ldots, \pm\alpha_n$ les $2n+1$ valeurs données de x, les arcs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ n'étant assujettis qu'aux restrictions suivantes : 1° qu'aucun d'eux ne soit nul ni égal à un multiple de π; 2° que la somme ou la différence de deux quelconques d'entre eux ne soit ni nulle ni un multiple de 2π.

» En conservant à $\varphi(x)$ et à $\psi(x)$ la signification qui leur a été donnée précédemment, on a évidemment

$$(3) \qquad \varphi(x) + \psi(x) = f(x), \quad \varphi(x) - \psi(x) = f(-x);$$

d'où l'on conclut

$$(4)\qquad \varphi(x)=\frac{f(x)+f(-x)}{2},\quad \psi(x)=\frac{f(x)-f(-x)}{2}.$$

» D'après la première des égalités (3), $f(x)$ s'obtiendra en faisant la somme des deux fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(x)$, et, d'après (4), ces deux fonctions seront déterminées, la première par la condition de prendre, pour les $n+1$ valeurs $0, \alpha_1, \ldots, \alpha_n$ de x, les $n+1$ valeurs correspondantes

$$f(0),\ \frac{f(\alpha_1)+f(-\alpha_1)}{2},\ \ldots,\ \frac{f(\alpha_n)+f(-\alpha_n)}{2},$$

qui résultent des données de la question, la seconde par la condition de prendre, pour les n valeurs $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_n$ de x, n valeurs correspondantes, également fournies par les données, à savoir

$$\frac{f(\alpha_1)-f(-\alpha_1)}{2},\ \ldots,\ \frac{f(\alpha_n)-f(-\alpha_n)}{2}.$$

» En appliquant les formules (1) et (2), on obtient, toute réduction faite,

$$(5)\quad \left\{\begin{aligned} f(x) &= (-1)^n f(0)\prod_{i=1}^{i=n}\frac{\sin\frac{1}{2}(x+\alpha_i)\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_i)}{\sin^2\frac{1}{2}\alpha_i}\\ &\quad+\sin\frac{x}{2}\sum_{i=1}^{i=n}\frac{f(\alpha_i)\sin\frac{1}{2}(x+\alpha_i)+f(-\alpha_i)\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_i)}{\sin\frac{1}{2}\alpha_i\sin\alpha_i}\prod\frac{\sin\frac{1}{2}(x+\alpha_j)\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_j)}{\sin\frac{1}{2}(\alpha_i+\alpha_j)\sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j)},\end{aligned}\right.$$

le dernier signe de multiplication Π s'appliquant aux indices

$$j=1,\ 2,\ \ldots,\ i-1,\ i+1,\ \ldots,\ n.$$

» 4. A l'aide d'un artifice analogue à celui qui sert à passer de la formule de Maclaurin à celle de Taylor, on conclut immédiatement de la formule (5) l'expression d'une *fonction linéaire des sinus et cosinus d'un arc et de ses $n-1$ premiers multiples, qui, pour $2n+1$ valeurs données de cet arc, deux à deux équidifférentes de l'une d'elles, prenne $2n+1$ valeurs données correspondantes*. Si $\theta, \theta\pm\alpha_1, \ldots, \theta\pm\alpha_n$ sont les $2n+1$ valeurs données de l'arc x, on aura l'expression de la fonction cherchée $f(x)$, en remplaçant dans (5) x par $x-\theta$, $f(0)$ par $f(\theta)$, $f(\alpha_i)$ par $f(\theta+\alpha_i)$ et $f(-\alpha_i)$ par $f(\theta-\alpha_i)$.

» Si l'Académie veut bien me le permettre, j'aurai l'honneur de lui communiquer prochainement la solution la plus générale du problème, dont je

viens de donner une solution particulière, assez étendue pour se prêter aux conditions les plus ordinaires des applications, et la solution d'un problème analogue, dans lequel on suppose données les valeurs de la fonction et d'un certain nombre de ses premières dérivées, pour une valeur particulière de la variable. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une généralisation des fractions continues.* Note de M. H. POINCARÉ, présentée par M. Hermite.

« Il existe, pour l'approximation simultanée de plusieurs quantités, des procédés dont Lejeune-Dirichlet et M. Kronecker ont donné une théorie très générale. Toutefois il peut y avoir encore quelque intérêt à étudier spécialement et en détail quelques-uns de ces procédés. C'est ce qui m'engage à signaler un mode particulier d'approximation, qui, à côté de certains inconvénients, présente l'avantage d'une grande simplicité et d'une interprétation géométrique facile.

» Rappelons d'abord l'interprétation géométrique des fractions continues que j'ai donnée dans le XLVII[e] Cahier du *Journal de l'École Polytechnique*. Soit α la quantité dont il s'agit d'approcher. Construisons le réseau à la Bravais, à maille carrée, dont tous les sommets ont pour coordonnées des nombres entiers. Il s'agit de trouver sur ce réseau des points qui se rapprochent beaucoup de la droite $y = \alpha x$. Le réseau peut être engendré par une infinité de parallélogrammes, de surface 1, qui peuvent lui servir de maille. Choisissons un d'entre eux OABC, qui soit tout entier dans le premier quadrant et qui soit traversé par la droite $y = \alpha x$. Cette droite sortira du parallélogramme par le côté AB ou par le côté BC; supposons que ce soit par le côté AB, soit D le point symétrique de O, par rapport au milieu de AB. Le parallélogramme OADB jouira des mêmes propriétés que le parallélogramme OABC. On obtiendra ainsi une suite indéfinie de parallélogrammes jouissant de ces propriétés. Ce sont les côtés communs à deux ou à plusieurs de ces parallélogrammes qui correspondent aux réduites.

» Soit maintenant à approcher simultanément de deux quantités positives α et β. Construisons la droite $y = \alpha x$, $z = \beta x$. Envisageons l'assemblage à la Bravais dont tous les sommets ont leurs trois coordonnées entières. Il y aura une infinité de parallélépipèdes, de volume 1, qui pourront servir de maille à cet assemblage. Soient A, B, C trois sommets du réseau, tels que le tétraèdre OABC ait pour volume $\frac{1}{6}$. Complétons les parallélogrammes

OADB, OBEC, OCFA, puis le parallélépipède OABCDEFG. Ce dernier pourra servir de maille à l'assemblage. Nous supposerons que la droite $y = \alpha x$, $z = \beta x$ est à l'intérieur du trièdre OABC. Nous diviserons ensuite ce trièdre en six autres : OADG, OAGF, OCFG, OEGC, OGEB, OBDG. Nous conserverons celui de ces trièdres qui contient la droite $y = \alpha x$, $z = \beta x$ et sur lequel nous opérerons comme sur le trièdre OABC. On sera ainsi conduit à une suite indéfinie de trièdres de plus en plus petits et contenant tous la droite $y = \alpha x$, $z = \beta x$.

» Pour traduire ce qui précède dans le langage analytique, appelons m, n, p; m', n', p'; m'', n'', p'' les coordonnées des points A, B, C. Le déterminant

$$\begin{vmatrix} m & m' & m'' \\ n & n' & n'' \\ p & p' & p'' \end{vmatrix} = 1$$

et les trois déterminants

$$A = \begin{vmatrix} 1 & m' & m'' \\ \alpha & n' & n'' \\ \beta & p' & p'' \end{vmatrix}, \quad B = \begin{vmatrix} m & 1 & m'' \\ n & \alpha & n'' \\ p & \beta & p'' \end{vmatrix}, \quad C = \begin{vmatrix} m & m' & 1 \\ n & n' & \alpha \\ p & p' & \beta \end{vmatrix}$$

seront positifs. En supposant que ces trois déterminants soient rangés par ordre de grandeur décroissante, les coordonnées des trois points A_1, B_1, C_1 qui joueront le même rôle que les trois sommets A, B, C dans le trièdre suivant seront

$$\begin{vmatrix} m & m + m' & m + m' + m'' \\ n & n + n' & n + n' + n'' \\ p & p + p' & p + p' + p'' \end{vmatrix}.$$

Les déterminants qui joueront le même rôle que les trois déterminants A, B et C auront pour valeurs

$$A - B, \quad B - C, \quad C,$$

d'où la règle analytique suivante : on range les trois déterminants A, B, C par ordre de grandeur décroissante, puis on retranche le second du premier et le troisième du second, puis on opère de même sur les trois nouveaux déterminants obtenus, et ainsi de suite.

» Cette règle s'étend immédiatement à l'approximation simultanée de

n quantités. Il est aisé d'évaluer l'ordre de l'approximation. Supposons que les coordonnées m, n, p, ... soient de l'ordre d'une quantité très grande t, les déterminants A, B, C seront de l'ordre de $\frac{1}{t}$.

» Remarquons, en terminant, qu'on pourrait partager le trièdre OABC d'après d'autres lois moins simples, mais qui pourraient être plus appropriées à certains buts spéciaux. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de certaines équations fonctionnelles*. Note de M. **G. Kœnigs**, présentée par M. Darboux.

« L'équation fonctionnelle $f[\varphi(z)] = 1 + f(z)$ a été étudiée par Abel : elle a occupé en 1882 M. Korkine; on lui ramène aisément l'équation fonctionnelle $f[\varphi(z)] = a f(z)$ rencontrée par M. Schrœder, et qui a été l'objet d'un travail récent de M. Farkas.

» Je me suis attaché à réduire au nombre strictement nécessaire les hypothèses faites par mes prédécesseurs. Dans un premier travail paru au *Bulletin des Sciences mathématiques* en 1883, comme dans les recherches que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai tâché de montrer que l'holomorphisme de la fonction $\varphi(z)$ dans le domaine d'un point limite suffisait pour établir les résultats antérieurement obtenus, ainsi que ceux que je vais mentionner.

» Si $\varphi_p(z)$ représente l'opération $\varphi(z)$ effectuée p fois, et x un point limite, le rapport $\frac{\varphi_p(z) - x}{[\varphi'(x)]^p}$ a pour limite une fonction B(z) *holomorphe dans tout l'intérieur d'un cercle* c_x de centre x. *La fonction* B(z) *est une solution de l'équation de M. Schrœder,* dans laquelle $a = \varphi'(x)$. Les *solutions de cette équation fonctionnelle qui sont homolorphes ou méromorphes au point* x *coïncident, dans le cercle* c_x, *avec une puissance entière de* B(z), à un facteur constant près.

» L'équation d'Abel n'admet aucune solution holomorphe ou méromorphe au point x; mais elle en possède une, *et une seule*, à une constante additive près, qui présente en x une singularité logarithmique, c'est $b(z) = \frac{\log B(z)}{\log \varphi'(x)}$.

» La fonction $b(z)$ permet alors de former, à l'aide d'une fonction périodique arbitraire, la solution générale des équations d'Abel et de M. Schrœder dans le cercle c_x.

» La méthode que j'ai suivie s'étend du reste aux équations plus générales $f[\varphi(z)] = \chi(z)f(z)$, $f[\varphi(z)] = \omega(z) + f(z)$ où φ, χ, ω sont des fonctions données : j'apprends d'abord à en former une solution, *la seule qui soit holomorphe dans le* cercle c_x; la fonction $b(z)$ en donne ensuite l'intégrale générale par l'introduction d'une fonction périodique.

» J'ai envisagé aussi dans mon premier travail des points limites à convergence périodique, auxquels j'ai étendu les résultats précédents. Il existe dans le domaine de chacun de ces points une fonction $f(z)$, telle que le rapport $\frac{f[\varphi(z)]}{f(z)}$ reste constant dans ce domaine, mais cette valeur constante change généralement d'un domaine à l'autre. Cette fonction contient autant de paramètres arbitraires qu'il y a de points dans le groupe : on peut déterminer ces paramètres par la condition que les valeurs constantes de $\frac{f[\varphi(z)]}{f(z)}$ soient toutes les mêmes. La solution de la question dépend alors d'une équation binôme, en sorte qu'il y a autant de fonctions $B(z)$ qu'il y a de points du groupe. Chacune d'elles vérifie l'équation de M. Schrœder, et les résultats coïncident alors entièrement avec ceux que l'on a trouvés dans le cas des points limites ordinaires.

» J'ai traité plusieurs exemples, notamment celui d'Abel où $\varphi(z) = z^{\mu}$; μ désignant un nombre, commensurable ou non, compris entre 0 et 1. L'exposition de plusieurs applications fera l'objet d'un prochain travail. »

PHYSIQUE. — *Résultats pour servir aux calculs des manomètres à gaz comprimés.* Note de M. **E.-H. Amagat.**

« J'ai donné, il y a quelques années, les résultats numériques nécessaires aux calculs des manomètres à gaz comprimés, entre 20 ou 30 et 430^{atm}, mais ces résultats n'ont pas été rapportés à la pression normale comme point de départ, soit parce que mes séries commençaient à des pressions supérieures à celles qui terminent les séries de Regnault, soit parce que ces dernières séries ont été obtenues à une température trop différente de celle à laquelle j'ai opéré; dans toutes les recherches où jusqu'ici j'ai déterminé les pressions avec un manomètre à azote, j'ai tenu compte de cette différence, par un procédé que je crois inutile de décrire ici. D'autre part, les résultats donnés par M. Cailletet et par moi, pour l'azote, présentent des différences telles que j'ai cru une vérification nécessaire.

» Je viens de faire cette vérification pour l'air et l'azote, jusqu'à 85^{atm}; j'ai fait en même temps les déterminations nécessaires pour rapporter les séries à la pression normale, ce qui est indispensable pour la construction des manomètres. Ces expériences ont été faites dans l'une des tours de l'église de Fourvières où, grâce à la complaisance de M. Sainte-Marie Perrin, architecte du monument, j'ai eu à ma disposition une hauteur verticale de 63^{m}, pendant tout le temps nécessaire pour répéter les séries un grand nombre de fois. J'ai conservé la méthode que j'avais déjà employée au puits Verpilleux, mais avec quelques perfectionnements. Les manomètres de verre ont été disposés de façon que le gaz occupât toujours au moins la valeur de 500 divisions de la tige; le diamètre des tubes de fer a été doublé; je me suis trouvé dans de bonnes conditions pour faire exactement la réduction des volumes de mercure à zéro.

» Les différentes séries ont été d'une concordance parfaite. Pour l'azote, les résultats auxquels j'arrive sont presque identiques à ceux de mes premières expériences. En général, les différences ne dépassent pas 1 millième de la pression totale, sauf en un point de la courbe que j'avais déjà signalé comme irrégulier. Les différences avec les nombres de M. Cailletet subsistent donc; entre 40^{m} et 60^{m}, elles correspondent déjà à une erreur de plus de 2^{m} de mercure.

» Dans le Tableau qui suit, les valeurs du produit *pv*, pour l'azote et l'air, sont relatifs à la température de 16°; ils sont rapportés à la pression normale, pour laquelle ils sont supposés égaux à l'unité.

Pressions en mètres.	Azote *pv*.	Air *pv*.	Pressions en mètres.	Azote *pv*.	Air *pv*.
m 0,76......	1,0000	1,0000	m 45,00......	1,0034	1,0012
20,00......	1,0070	1,0100	50,00......	1,0037	1,0005
25,00......	1,0059	1,0074	55,00......	1,0042	1,0001
30,00......	1,0048	1,0053	60,00......	1,0048	1,0000
35,00......	1,0039	1,0030	65,00......	1,0053	1,0000
40,00......	1,0035	1,0021			

» Les écarts pour 20^{m} sont notablement inférieurs à ceux qui avaient été donnés par Regnault, ce qui s'explique par cette circonstance que Regnault avait opéré à 4°. Pour l'azote, le minimum du produit *pv* correspond à une pression de 42^{m}; dans mes premières recherches, il était à 45^{m}, comme on peut le voir sur mes courbes (le Tableau porte 50 par erreur). Pour l'air, il est à 59^{m}. Il faut remarquer du reste que la variation de *pv* est tellement petite ici, au voisinage du minimum, qu'une différence insi-

gnifiante sur la pression peut déplacer de plusieurs mètres l'ordonnée minima des courbes.

» Dans les limites du Tableau ci-dessus, on pourra employer indifféremment l'air ou l'azote pour charger les manomètres; pour les pressions plus grandes, il sera préférable de choisir l'azote, qui a été étudié directement. Il suffira de réduire proportionnellement tous les nombres que j'ai donnés jusqu'à 430^{atm}, pour les rapporter à la pression normale.

» Pour les pressions supérieures à 430^{atm}, on pourra obtenir des résultats exacts en employant l'hydrogène. J'ai montré en effet que, pour ce gaz, la courbe représentative des valeurs de pv est une ligne droite : on peut certainement sans hésitation prolonger cette ligne jusqu'à des pressions bien plus considérables; c'est ce que je fais actuellement pour des recherches dans lesquelles j'ai opéré sous des pressions de plusieurs milliers d'atmosphères, et dont j'aurai l'honneur de présenter les résultats à l'Académie dans très peu de temps. »

PHYSIQUE. — *Sur l'application des procédés d'Ingenhouz et de de Senarmont à la mesure des conductibilités thermiques;* par M. **Éd. Jannettaz.**

« Pour mesurer les conductibilités thermiques relatives des différents corps considérés comme isotropes, les méthodes ne manquent pas; mais la plus sûre exige des fils ou au moins des cylindres étroits, et il est à peu près impossible de donner cette forme à la plupart des espèces minérales. Je me propose de démontrer aujourd'hui qu'on peut appliquer la méthode de de Senarmont aux plaques minces de substances différentes, aussi bien qu'aux différentes directions d'une même substance anisotrope.

» Soit une plaque recouverte d'une matière fusible sur ses deux faces. Un point O est porté à une température supérieure de t^o à celle de l'enceinte, au moyen d'une tige chaude qui traverse la plaque. La graisse fond; après refroidissement, la région qui a subi la fusion est limitée par un bourrelet saillant, qui a la forme d'un cercle lorsqu'on opère sur un corps isotrope. Calculons la loi de la distribution de la température dans la plaque, d'après la méthode de Fourier.

» Soient y l'excès de la température d'un point A; $y + dy$ celui de la température d'un second point B sur la température de l'enceinte, au moment de l'équilibre, A étant situé à une distance x et B à une distance $x + dx$ du centre calorifique O.

» La quantité de chaleur qui traverse la surface cylindrique de rayon x,

de hauteur e, a pour valeur

(1) $$-k\,2\pi x e\frac{dy}{dx},$$

en appelant k le coefficient de conductibilité intérieur.

» Celle qui traverse la surface cylindrique de rayon $(x+dx)$ est

(2) $$-k\,2\pi e(x+dx)\frac{d(y+dy)}{dx} = -k\,2\pi e\left(x\frac{dy}{dx}+dx\frac{dy}{dx}+x\frac{d^2y}{dx^2}dx+dx\frac{d^2y}{dx^2}dx\right).$$

» Négligeant le dernier terme et retranchant (2) de (1), on obtient la quantité de chaleur qui reste dans l'anneau, à savoir

(3) $$k\,2\pi e\left(\frac{dy}{dx}+x\frac{d^2y}{dx^2}dx\right).$$

» Cette quantité égale celle perdue par les deux faces enduites de la matière fusible. Appelant q le coefficient de convection de ces faces, on a, pour la quantité totale de chaleur perdue,

(4) $$2.2\pi xqy\,dy.$$

» Égalant (3) et (4), on peut écrire, en posant $\frac{2q}{ke}=-h$,

(5) $$\frac{d^2y}{dx^2}+\frac{1}{x}\frac{dy}{dx}+hy=0;$$

M. Bouty a bien voulu vérifier l'établissement de cette formule. Cette équation différentielle linéaire du deuxième ordre a pour intégrale générale

$$y = A\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos(x\sqrt{h\cos\alpha})\,d\alpha + B\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos(x\sqrt{h\cos\alpha})\,l(x\sin^2\alpha)\,d\alpha,$$

α étant une quantité auxiliaire.

» Pour $x=0$, le logarithmique devient infini, le cosinus égale 1; donc $B=0$. Appelant t la valeur de y pour $x=0$,

$$t = A\int_0^{\frac{\pi}{2}}d\alpha = A(\alpha)_0^{\frac{\pi}{2}} = A\frac{\pi}{2}.$$

D'où

$$y = \frac{2}{\pi}t\int_0^{\frac{\pi}{2}}\cos(x\sqrt{h\cos\alpha})\,d\alpha,$$

ce qu'on peut écrire

(6) $$y = \frac{2}{\pi}t\int_0^{\frac{2}{\pi}}\left(1-\frac{hx^2\cos^2\alpha}{1.2}+\frac{h^2x^4\cos^4\alpha}{1.2.3.4}-\frac{h^3x^6\cos^6\alpha}{1.2.3.4.5.6}+\ldots\right)d\alpha.$$

» Or, d'après la formule

$$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos^{2n} x\,dx = \left[\frac{\sin x}{2n}\left(\cos^{2n-1} x + \frac{2n-1}{2n-3}\cos^{2n-3} x + \ldots\right) + \frac{(2n-1)(2n-3)\ldots 3.1}{2n(2n-2)(2n-4)\ldots 4.2}\left(\frac{\pi}{2}+x\right)\right]_0^{\frac{\pi}{2}},$$

où le second membre s'annule entre les limites o et $\frac{\pi}{2}$, à l'exception de son dernier terme qui donne

$$\frac{(2n-1)(2n-3)\ldots 3.1}{2n(2n-2)(2n-4)\ldots 4.2}\,\frac{\pi}{2},$$

l'équation (6) devient

$$(7)\quad \begin{cases} y = \frac{2}{\pi} t\left(1 - \frac{hx^2}{1.2} + \frac{h^2x^4}{1.2.3.4}\,\frac{3}{2.4} - \frac{h^3x^6}{1.2.3.4.5.6}\,\frac{5.3}{2.4.6} + \frac{h^4x^8.7.5.3}{1.2.3.4.5.6.7\;8.2.4.6.8} + \ldots\right)\frac{\pi}{2} \\ \quad = t\left(1 - \frac{hx^2}{2^2} + \frac{h^2x^4}{2^2 4^2} - \frac{h^3x^6}{2^2 4^2 6^2} + \frac{h^4x^8}{2^2 4^2 6^2 8^2} - \ldots\right). \end{cases}$$

» Soient deux plaques recouvertes d'une matière fusible, portées chacune en un point o à la même température élevée de t^o, au-dessus de celle de l'enceinte; si elles sont isotropes, les courbes isothermiques produites par la fusion de l'enduit y seront des circonférences de cercle de rayons x et x'. Les points de ces circonférences qui limitent sur chaque plaque la région de la matière fondue ont la même température y_1. On a donc

$$(8)\quad y_1 = t\left(1 - \frac{hx^2}{2^2} + \frac{h^2x^4}{2^2 4^2} - \frac{h^3x^6}{2^2 4^2 6^2} + \ldots\right) = \left(1 - \frac{h'x'^2}{2^2} + \frac{h'^2x'^4}{2^2 4^2} - \frac{h'^3x'^6}{2^2 4^2 6^2} + \ldots\right)t;$$

d'où

$$(9)\quad \frac{hx^2}{2^2} - \frac{h^2x^4}{2^2 4^2} + \frac{h^3x^6}{2^2 4^2 6^2} - \ldots = \frac{h'x'^2}{2^2} - \frac{h'^2x'^4}{2^2 4^2} + \frac{h'^3x'^6}{2^2 4^2 6^2} + \ldots.$$

» La relation $hx^2 = h'x'^2$ est évidemment une solution. Doit-on en admettre d'autres? Pour éclaircir ce point, j'ai consulté le savant M. Picard qui a dissipé mes doutes.

» Si l'on donne, en effet, à l'équation

$$y = 1 - \frac{x^2}{2^2} + \frac{x^4}{2^2.4^2} - \frac{x^6}{2^2.4^2.6^2} + \ldots$$

la forme

$$f(\theta) = 1 - \theta + \frac{\theta^2}{2^2} - \frac{\theta^3}{2^2.3^2} + \frac{\theta^4}{2^2.3^2.4^2},$$

en posant $\frac{x^2}{2^2} = \theta$, l'équation $f(\theta) = 0$ a une infinité de racines, toutes *réelles et positives*. Si l'on considère ensuite l'équation $f(\theta) = f(\theta')$, en y regardant θ' comme fonction de θ, du moment qu'on y ajoute la condition

$\theta' = o$ pour $\theta = o$, condition nécessaire dans notre problème, la solution est définie et l'on a nécessairement $\theta' = \theta$. En résumé, on peut écrire

$$hx^2 = h'x'^2.$$

» Remplaçant dans cette relation h et h' par leurs valeurs, et donnant aux deux plaques le même revêtement fusible et la même épaisseur, on a

$$\frac{2q}{ke} x^2 = \frac{2q'}{k'e'} x'^2,$$

et, après réduction, puisque $q = q'$, $e = e'$,

$$\frac{k}{k'} = \frac{x^2}{x'^2}.$$

» Dans un Mémoire, que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie, je ferai connaître les appareils dont je me sers pour mesurer les conductibilités relatives des différentes matières minérales. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques procédés de spectroscopie pratique.* Note de M. EUG. DEMARÇAY, présentée par M. Cornu.

« Depuis l'important Ouvrage de M. Lecoq de Boisbaudran sur les spectres lumineux, il n'a rien paru qui pût rendre l'examen spectral des corps auxquels cette méthode ne s'applique pas aussi simple et rapide que celui de ceux auxquels elle s'applique. Je suis arrivé à obtenir ce résultat par quelques procédés que je crois nouveaux.

» On emploie universellement comme source de lumière l'étincelle d'induction d'une bobine à fil induit long et fin ($\frac{1}{10}$ à $\frac{2}{10}$ au plus) donnant une étincelle à potentiel très élevé. Cette construction spéciale est nécessitée, dans le cas des expériences de M. Lecoq, par ce fait que le liquide oppose à l'étincelle une résistance impossible à vaincre pour des étincelles de faible potentiel. Employée telle quelle, cette étincelle ne donne pas de spectres utilisables pour quelques corps, parmi lesquels il en est un certain nombre pour lesquels ce serait d'autant plus désirable qu'ils ne possèdent pas de réaction chimique sensible. Aussi la plupart des personnes qui ont voulu obtenir les raies de ces corps ont-elles eu recours à la même bobine d'induction, en y joignant une batterie condensatrice plus ou moins puissante. On ne peut d'ailleurs se dispenser de l'employer quand on se sert pour produire les spectres d'électrodes métalliques et de courtes distances interpolaires, l'étincelle devenant autrement tout à fait insignifiante. On

arrive ainsi à obtenir la plupart des spectres. Mais un inconvénient (considérable pour le chimiste) de ce procédé provient de la présence dans le spectre de cette étincelle des raies du second ordre de l'air et des raies des électrodes. Le spectre de l'air surtout possède un éclat généralement bien supérieur à celui des raies métalliques présentes. Cet inconvénient, joint au triage nécessité par le spectre des électrodes, rend long et pénible un examen qui, s'il n'est pas rapide et simple, est pour le chimiste sans valeur pratique.

» On peut faire disparaître tous ces inconvénients d'un seul coup et obtenir une étincelle qui ne donne pas trace des raies du second ordre de l'air et rarement de légères traces des bandes nébuleuses du premier ordre de l'azote et des raies des électrodes en utilisant l'étincelle d'induction d'une bobine à fil induit gros et court. Cette étincelle est à une température assez élevée pour donner facilement et sans sources électriques sortant des conditions les plus ordinaires les spectres de tous les éléments connus par des procédés d'une extrême simplicité et tout à fait pratiques.

» La bobine que j'ai prié M. Gaiffe de me construire pour cet usage donne une étincelle de 5^{mm} seulement, sous l'action d'une pile de 6 ou 9 éléments à bichromate (zincs, $0^m,10$ sur $0^m,16$) employés 2 ou 3 en surface et 3 en tension. La bobine a $0^m,115$ de diamètre intérieur sur $0^m,23$ de longueur. Le fil inducteur, de 1^{mm} de diamètre, pèse $1^{kg},320$ et est roulé sur deux rangées. Le fil induit, de 1^{mm} de diamètre, pèse $3^{kg},400$. Le faisceau de fil de fer doux a 27^{mm} de diamètre et pèse 680^{gr}. Enfin le condensateur du courant inducteur est triple du condensateur que l'on met d'ordinaire à des bobines de cette taille. Il doit être encore insuffisant, car l'étincelle d'extra-courant est très notable.

» L'étincelle produite a, comme je l'ai dit plus haut, 5^{mm} de longueur; son auréole est d'au moins 3^{mm} pour 6 éléments; elle est presque silencieuse, et devient brillante quand on la raccourcit suffisamment. Elle donne avec éclat, surtout quand elle est courte, le spectre des électrodes et des traces à peine visibles des bandes nébuleuses du premier ordre de l'air, qui disparaissent même entièrement dans la plupart des cas.

» Je serais enclin à croire qu'une étincelle un peu plus longue serait aussi favorable pour la production des spectres et serait d'une utilisation plus commode. J'examine ce point actuellement.

» La faible tension de cette étincelle empêche qu'on ne l'emploie à examiner les liquides par les procédés de M. Lecoq de Boisbaudran; mais il est aisé de tourner la difficulté au moyen de deux procédés qui feront, si

l'Académie veut bien le permettre, le sujet d'une prochaine Communication. »

CHIMIE. — *Sur l'acide ferrocyanhydrique et les nitroprussiates.* Note de MM. **A. Étard** et **G. Bémont**, présentée par M. Cahours.

« L'acide ferrocyanhydrique, soumis à l'ébullition avec de l'eau dans un appareil barométrique, pour éviter le contact de l'air, se décompose rapidement en acide cyanhydrique et une substance citrine, cristallisée, dense, qui a été séparée à la trompe. Cette matière, lavée à l'eau, puis à l'alcool et à l'éther, a fourni à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé.
C	22,6	23,5
H	2,5	2,0
Az	27,8	27,4
Fe	37,1	36,6

» Ces nombres conduisent à la formule

(7) $$Fe(CAz)^6FeH^2 + 2H^2O$$

d'un corps qui serait l'acide d'où dérive le sel de Williamson

$$Fe(CAz)^6FeK^2.$$

On a, pour le dédoublement,

$$2Fe(CAz)^6H^4 + 2H^2O = Fe(CAz)^6FeH^2, 2H^2O + 6CAzH.$$

» En faisant bouillir une solution d'acide ferrocyanhydrique à l'air dans une large capsule, on obtiendrait, d'après les auteurs, du bleu de Prusse. Malgré la couleur bleue du précipité qui prend naissance, nous n'avons en aucun cas obtenu le bleu en question, mais bien un précipité cristallin dense renfermant

	Trouvé.	Calculé.
C	19,0	19,0
Az	23,0	22,2
H	1,7	1,5
Fe	44,0	44,4
H^2O	13,8	14,2

nombres qui conduisent à la formule

(8) $$(FeC^2Az^2H^2O)^n$$

qui, contenant du fer au maximum, ainsi que le démontre l'action de la potasse, devra être exprimée sous une autre forme, celle d'un ferrocyanure ferrosoferrique hydraté après de nouvelles recherches.

» Au ferrocyanure dihydroferreux (7) ci-dessus correspond un dérivé ammonique moins saturé que le sel de Williamson. Nous préparons ce corps en faisant bouillir dans un appareil à fermeture barométrique un mélange d'acide ferrocyanhydrique et de chlorhydrate d'ammoniaque en solution; il se précipite, dans ce cas, une poudre cristalline couleur de soufre qui, lavée et séchée à l'abri de l'air, a pour formule

(9) $$Fe(CAz)^6Fe(AzH^4)H + 3H^2O.$$

C.	20,9
H.	3,0
Az	29,0
Fe	32,9

» Le dédoublement s'exprime par

$$2Fe(CAz)^6H^4 + AzH^4Cl = Fe(CAz)^6AzH^4HFe + 6CAzH + HCl.$$

» En oxydant cette matière à l'air humide et, mieux encore, en faisant la réaction primitive dans une capsule à l'air, on obtient une substance cristalline ayant la couleur du bleu de Prusse.

Analyse.

	C.	H.	Az.	Fe.	H^2O.
Trouvé	21,0	3,4	29,4	32,9	14,7
Calculé	21,1	3,0	28,8	32,9	15,8

» La formule est par suite

(10) $$[Fe(CAz)^6]^2(AzH^4)^2\overset{VI}{Fe}{}^2 + 6H^2O.$$

» L'oxydation du sel précédent s'exprime par

$$2Fe(CAz)^6\overset{II}{Fe}AzH^4H, 3H^2O + O = H^2O + \text{sel } (10).$$

Chauffé à 440°, ce sel perd $H^2O + CAz, AzH^4$ (29,6 pour 100; théorie 28,8) et laisse un cyanure insoluble

$$Fe^4(CAz)^{10},$$

signalé dans une précédente Note [formule (5)].

» II. *Nitroprussiate de sodium.* — La constitution et la formule même de ce sel ont donné lieu à de nombreuses discussions et la question ne paraît pas résolue. On s'accorde cependant à prendre la formule de Gerhardt, à un multiple près. Cette formule

$$Fe(CAz)^5Na^2(AzO)^1 + 2H^2O \quad \text{(Gerhardt)}$$

peut se mettre sous la forme (6) des autres pentacyanures (*voir* Note précédente) et, quelle que soit la valeur absolue de cette formule, elle permet de prévoir un produit de dédoublement stable.

» Le nitroprussiate de sodium chauffé à 440° dans un appareil barométrique, installé comme un dosage d'azote par la méthode de Dumas et dans lequel on fait le vide vers la fin, atteint une limite de dissociation lorsqu'il a perdu 29,9 pour 100 de son poids (théorie, 30,7). Les produits formés sont donnés par la relation

$$Fe(CAz)^5Na^2(AzO)^1 + 2H^2O = Fe(CAz)^4Na^2 + AzO + CAz + 2H^2O.$$

» Les trois vapeurs formées réagissent entre elles pour donner des produits noirs, et le gaz recueilli renferme, après ces réactions, en volume

$$AzO = 51, \quad Cy = 36, \quad Az = 13.$$

» Le cyanure ferroso-sodique, formé dans cette réaction, renferme

$$Fe = 27,3, \quad Na = 22,5.$$

» Ces nombres, combinés au rendement obtenu, conduisent à la formule

$$(11) \qquad \overset{\text{II}}{Fe}(CAz)^4Na^2.$$

» Le tétracyanure ferroso-sodique est une matière cristalline couleur chamois, à peine altérable au rouge sombre, perdant un peu de cyanogène au rouge vif. Il est indécomposable par l'eau et insoluble dans ce liquide.

» Les réactions que nous avons exposées montrent que les hexacyanures, ou ferro et ferricyanures ordinaires, pour être les plus nombreux et les mieux connus, ne représentent pas à eux seuls la condensation des cyanures métalliques. On a les types suivants :

$$Fe(CAz)^6R'^4,$$
$$Fe(CAz)^5R'^3,$$
$$Fe(CAz)^4R'^2,$$

correspondant à des formules de corps également réalisables. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'inactivité optique de la cellulose du coton et sur le pouvoir rotatoire du coton-poudre des photographes.* Note de M. A. **Béchamp.**

« M. Levallois a publié des expériences ([1]) desquelles il résulte que la cellulose est douée du pouvoir rotatoire moléculaire. Ce résultat est en contradiction avec celui d'études antérieures que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie ([2]) et que l'auteur a rappelées en partie. Je prie l'Académie de me permettre de revenir sur ce point.

» La question qui était agitée parmi les chimistes et les naturalistes était de savoir si le ligneux qui, autrefois, avait été comparé aux fécules, puis reconnu comme espèce organique distincte, pouvait être transformé en matière amylacée. Le botaniste Schleiden et même des chimistes croyaient cette transformation réalisée, parce que, dans certaines circonstances, le ligneux se colore en bleu ou en violet par l'iode. Les expériences de M. Levallois, d'un certain point de vue, pourraient venir à l'appui de cette manière de voir, que je croyais avoir démontrée fausse de la manière suivante.

» J'avais réussi à transformer, par l'action de l'acide sulfurique de concentration convenable, la fécule en *fécule soluble,* laquelle se trouva, comme la substance insoluble non transformée, colorable en bleu, sans intermédiaire, par l'iode. J'imaginai que, si le coton pouvait, par une sorte de transmutation, devenir matière amylacée dans les mêmes conditions, je pourrais obtenir la même *fécule soluble* directement colorable par l'iode. Or, cette transformation ne peut être réalisée. J'ai bien obtenu une modification soluble de la cellulose du coton et, avec elle, des produits analogues, mais non identiques, aux dextrines de la fécule; mais, tandis que la fécule soluble, colorable sans intermédiaire par l'iode, a un pouvoir rotatoire très élevé, $[\alpha]_j = 212°$ ↗, *le ligneux soluble du coton*, non directement colorable en bleu par l'iode, *a un pouvoir rotatoire nul.*

» Le fait de l'inactivité optique de la cellulose soluble était, à mes yeux, si important, que j'ai prié M. Berthelot de le vérifier; l'illustre chimiste voulut bien y consentir; ses observations ont été faites, il y a plus de vingt-cinq ans, au Collège de France, avec l'appareil même de Biot; M. Berthelot l'a consigné dans un de ses Ouvrages ([3]).

([1]) *Comptes rendus,* t. XCIX, p. 43.

([2]) *Ibid.*, t. XLII, p. 1210; t. LI, p. 255.

([3]) *Chimie organique fondee sur la synthèse,* t. II, p. 744.

» L'inactivité de la cellulose soluble sépare donc très nettement et absolument cette substance de la fécule soluble et la cellulose du coton de la fécule; mais elle a une bien autre signification. On peut se demander si elle est absolue, comme celle de l'acide tartrique inactif, ou seulement par compensation, comme celle de l'acide racémique. J'ai fait bien des tentatives pour résoudre ce problème et je suis arrivé à la conviction que l'inactivité de la cellulose du coton est du genre de celle de l'acide tartrique inactif, avec cette particularité que cette cellulose peut produire, par modification moléculaire, des substances douées du pouvoir rotatoire, toutes dextrogyres. Je montrerai prochainement que l'inactivité appartient en propre à la cellulose insoluble elle-même. En attendant, je peux assurer que, si l'on insiste sur l'action des agents transformateurs, tels que l'acide sulfurique de concentration convenable ou l'acide chlorhydrique, après le ligneux soluble, on obtient des substances dextrogyres dont le pouvoir rotatoire peut atteindre + 89° et qui, sans exception, peuvent intégralement se transformer en glucose ordinaire : jamais je n'ai pu isoler quelque substance lévogyre. La cellulose du coton présenterait donc l'exemple d'une substance inactive, susceptible de se transformer, sans dédoublement, en matières dextrogyres. Ce sont ces résultats que le travail de M. Levallois contredit surtout.

» Un fait qui me paraît démontrer que la substance du coton n'est pas dédoublable en deux corps de pouvoirs rotatoires égaux et de sens contraire, sous des poids égaux, c'est celui qui résulte des particularités que présente la pyroxyline et que ce qui précède explique.

» On sait que le coton peut être intégralement transformé en pyroxyline et que celle-ci est soluble dans l'alcool éthéré quand elle a été préparée dans certaines conditions de température [1]. On peut ainsi obtenir de la pyroxyline complètement soluble et des solutions observables. Plusieurs fois j'ai obtenu des solutions ne déviant pas le plan de polarisation; mais il arrive que le plus souvent les solutions dévient à droite avec une intensité variable. Voici quelques-unes de ces déterminations :

I. Pyroxyline soluble, récente :

$$\alpha_j = 0°,15 \nearrow, \quad l = 2, \quad v = 20^{cc}, \quad p = 0^{gr},225, \quad [\alpha]_j = 6°,7 \nearrow \text{ (2)}.$$

(1) A. Béchamp, *Annales de Chimie et de Physique* (3), t. XXXVII, p. 207, et t. XLVI, p. 338.

(2) Les pouvoirs rotatoires sont calculés par la formule de M. Berthelot : $[\alpha]_j = \frac{v\alpha_j}{lp}$, la longueur des tubes ayant le décimètre pour unité.

II. Pyroxylines anciennes, ayant dégagé des vapeurs acides :

$\alpha_j = 0°,56$↗, $l = 2$, $v = 10^{cc}$, $p = 0^{gr},172$, $[\alpha]_j = 16°,3$↗,
$\alpha_j = 0°,5$ ↗, $l = 2$, $v = 10^{cc}$, $p = 0^{gr},11$, $[\alpha]_j = 22°,7$↗,

III. Pyroxyline très belle, prise chez un photographe :

$\alpha_j = 0°,83$↗, $l = 2$, $v = 21^{cc}$, $p = 0^{gr},255$, $[\alpha]_j = °19,2$↗.

IV. Pyroxyline de photographe, soluble dans l'alcool à 90° après addition d'une trace d'éther :

$\alpha_j = 0°,56$↗, $l = 2$, $v = 21^{cc}$, $p = 0^{gr},383$, $[\alpha]_j = 15°,3$↗.

V. Pyroxyline du photographe, soluble dans le mélange d'alcool éthéré normal :

$\alpha_j = 2°$↗, $l = 5$, $v = 20^{cc}$, $p = 0^{gr},384$, $[\alpha]_j = 20°,8$↗.

VI. Enfin, j'ai pris le pouvoir rotatoire de la cellulose tétranitrique, obtenue par l'action de l'ammoniaque sur une solution de pyroxyline soluble récente [1] :

$\alpha_j = 2°,21$↗, $l = 2$, $v = 19^{cc}$, $p = 0^{gr},808$, $[\alpha]_j = 26°$↗.

» Ces résultats paraissent significatifs : puisque l'on peut obtenir des solutions de pyroxyline inactives, on peut affirmer que la molécule du coton est elle-même inactive ; d'autre part, puisque certains échantillons de pyroxyline sont doués du pouvoir rotatoire, il en faut conclure que, dans certaines circonstances, notamment sous l'influence du temps, la molécule subit une transformation plus ou moins semblable à celle que les agents transformateurs exercent sur le coton lui-même. Quoi qu'il en soit, la variabilité même du pouvoir rotatoire de la pyroxyline prouve que ce pouvoir n'appartient pas primitivement en propre au coton.

» En régénérant, par substitution inverse, le coton de la pyroxyline, j'ai trouvé que ce coton avait la composition élémentaire de la cellulose; M. Levallois a répété l'expérience et il a trouvé que ce coton régénéré est doué d'activité optique ; je n'ai pas constaté que, même sous ce rapport, il différât du coton normal.

» Il aurait été intéressant de discuter les observations de M. Levallois ; malheureusement l'auteur n'a indiqué ni le sens de la rotation du plan de polarisation, ni la longueur du tube dans lequel il enfermait les solutions, ni le rapport de la matière dissoute au volume ou au poids du dissolvant, ni la densité de ses liqueurs. Enfin, j'avoue que je ne sais pas comment M. Levallois s'y est pris pour déterminer les déviations dans des solutions faites avec la liqueur de Schweizer. »

---

[1] Voir *Annales de Chimie et de Physique* (3), t. XXXVII et t. XLVI.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Études chimiques sur la végétation de la betterave à sucre en deuxième année, dite* porte-graines. Note de M. H. **Leplay**.

« On peut déduire, de l'examen des nombres fournis par l'analyse des betteraves *porte-graines* pendant leur végétation, les faits principaux suivants :

» 1° Le sucre contenu dans la betterave (racine) au début de la végétation de deuxième année va sans cesse en diminuant jusqu'à la maturité de la graine, époque où il disparaît à peu près complètement ou complètement, comme l'ont observé les premiers MM. Peligot, Corenwinder, Champion et Pellet, etc.

» 2° Les tiges, les feuilles et les graines encore vertes, c'est-à-dire en pleine végétation, telles qu'elles se trouvent vers le milieu de juillet, soit six semaines avant leur maturité, ne contiennent pas de sucre.

» 3° La densité du jus de la betterave (racine) va également en diminuant dans la racine et en augmentant dans les tiges, puis dans les feuilles, ensuite dans les graines, dans la proportion de 2 pour la racine, 2,7 pour les tiges, 3,4 pour les feuilles et 4,2 pour les graines vertes.

» 4° Les sels à acides végétaux à base de potasse existent dans le jus des différentes parties des betteraves porte-graines, soit dans la racine, les tiges, les feuilles et les graines vertes; leur quantité dans la betterave racine est à peu près le double de celle qui est contenue dans la racine à la fin de la première végétation.

» 5° Les sels de chaux à acides végétaux solubles, et la chaux en combinaison organique insoluble dans les tissus, existent également dans toutes les parties des betteraves porte-graines en végétation, soit racine, tiges, feuilles et graines.

» 6° Les tissus des parties aériennes de la betterave porte-graines paraissent contenir plus de chaux en combinaison organique insoluble que les parties aériennes de la betterave en végétation de première année; à l'exception des tiges de deuxième année comparées aux pétioles des feuilles de première année, qui n'en contiennent qu'une quantité égale à 11° pour 100^{gr} de tissus, alors que les pétioles de première année en contenaient jusqu'à 210°. Le contraire a lieu pour les feuilles de deuxième année, dont les tissus en contiennent, pour 100^{gr}, 244°, alors que les tissus des feuilles de première année n'en contiennent au maximum que 155°.

» 7° Les graines vertes contiennent également une assez grande quantité de chaux en combinaison organique insoluble dans leurs tissus.

» 8° Il se produit, dans la betterave en végétation de deuxième année, un mouvement ascensionnel des bases potasse et chaux contenues dans le sol, vers les feuilles, comme dans la végétation de la betterave en première année, et vers les graines, tout à fait semblable à celui qu'on observe dans la végétation du maïs au moment de la formation de la graine.

» Dans ce mouvement ascensionnel, l'acide carbonique et les bicarbonates contenus dans le sol, en pénétrant dans la betterave racine par les radicules, y subissent la même transformation organique que dans la végétation de première année.

» 9° Les sels de potasse et de chaux à acides organiques ne se fixent qu'en partie dans la betterave (racine), mais se répandent dans les parties aériennes et surtout dans les feuilles et dans les graines.

» Le mouvement de la chaux vers les feuilles et les graines est si fort, que les tiges n'en contiennent qu'une quantité égale à 11°, alors que les feuilles en contiennent sous le même poids 244° et les graines 135°.

» 10° Les bases potasse et chaux en combinaison organique contenues dans la betterave (racine) dans la première année de végétation ne suffisent pas aux besoins de la végétation de deuxième année; la quantité de ces bases qui ont dû être fournies par le sol dans la deuxième année est dix fois plus grande que celle qui était contenue dans la betterave racine dans la première année.

» 11° Les bases potasse et chaux, en combinaison avec des acides végétaux à l'état soluble dans le jus des différentes parties de la betterave, paraissent avoir pour fonction terminale, dans la betterave, plante bisannuelle, comme dans le maïs, plante annuelle, la potasse, de contribuer à la formation de la graine, la chaux, de contribuer à la formation des tissus. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'inertie de l'appareil rétinien et ses variations suivant la couleur excitatrice.* Note de **M. Aug. Charpentier.** (Extrait.)

« Dans une Note du 24 novembre 1884, M. Parinaud estime que « l'accroissement de la sensibilité pour la lumière qui se produit sur une rétine placée dans l'obscurité n'est pas égal pour les rayons de réfrangibilité différente, » et que « cet accroissement est plus grand pour les couleurs plus réfrangibles. »

» Au mois de mai de l'année dernière, j'avais moi-même institué quelques expériences à ce sujet : certaines d'entre elles m'avaient donné des

résultats contradictoires en apparence. C'est en voulant vérifier l'assertion de M. Parinaud que j'ai découvert les faits qui vont suivre.

» On peut mesurer, comme je l'ai indiqué en 1877, la sensibilité lumineuse de l'appareil rétinien d'après l'éclairement minimum capable de provoquer une sensation de lumière. Mais il y a deux façons de déterminer ce minimum perceptible, car j'ai montré, dans une Note du 29 janvier 1879, que si, une fois la sensation produite avec le moins de lumière possible, on affaiblit graduellement la lumière excitatrice, elle est encore perçue *lorsqu'elle a perdu une grande partie de son intensité primitive*. Donders a retrouvé plus tard les mêmes faits (*Académie d'Amsterdam*, 26 février 1881).

» On peut donc déterminer un second minimum perceptible, celui qui correspond à la disparition de la sensation, et ce second minimum est toujours évidemment plus faible que le premier. Il lui est, de plus, d'autant plus inférieur que l'œil est adapté à un moindre éclairage.

» Or si l'on choisit, pour l'expression de la sensibilité lumineuse de l'œil maintenu au grand jour, le minimum perceptible correspondant à l'*apparition* de la sensation, et pour celle de l'œil qui a séjourné un certain temps dans l'obscurité le minimum perceptible correspondant à la *disparition* de la sensation dans cette nouvelle condition, la proposition émise par M. Parinaud est vraie : le même séjour dans l'obscurité affaiblit en apparence le minimum perceptible dans des proportions plus grandes pour les rayons plus réfrangibles.

» Mais si maintenant l'on mesure la sensibilité lumineuse dans des conditions comparables avant et après l'*obscuration*, c'est-à-dire en la mesurant chaque fois d'après le minimum perceptible correspondant à la *disparition* de la sensation lumineuse une fois produite, il est facile de s'assurer que *la réfrangibilité, la couleur de la lumière excitatrice n'a plus d'influence sensible.*

» Ces deux ordres de faits ne sont pas incompatibles, et en voici la raison. Si l'on donne le nom d'*inertie* à cette sorte de résistance de l'appareil rétinien, qui se traduit par un écart toujours notable entre la lumière productrice de la sensation et la lumière correspondant à la disparition de cette sensation, *l'expérience montre que l'inertie de l'appareil rétinien est d'autant plus grande que les rayons excitateurs sont plus réfrangibles*. En d'autres termes, il y a plus de lumière absorbée, employée à *faire naître* la sensation lumineuse pour les rayons bleus que pour les rayons verts, pour les verts que pour les jaunes, et ainsi de suite jusqu'aux rouges.

» Et cette différence frappante qui existe entre les diverses lumières

simples, sous le rapport du travail qu'elles doivent fournir à l'appareil rétinien, pour provoquer l'état nerveux connu comme sensation, se continue aux degrés plus élevés de cette dernière, puisque j'ai déjà montré que toute perception d'une augmentation de clarté exige, quelle que soit la clarté primitive, d'autant plus de lumière que cette lumière est plus réfrangible (*Comptes rendus*, 17 déc. 1883 et 21 juillet 1884).

» C'est cet ensemble de faits qui donne l'explication du phénomène de Purkinje et, en général, des variations de clarté des couleurs suivant leur intensité. Je compte revenir sur cette explication.

» Quant au rapport admis par M. Parinaud entre la sensibilité lumineuse proprement dite et l'action exercée par la lumière sur le pourpre rétinien, je l'accepte d'autant plus volontiers que cette théorie a été émise par moi-même dans deux Notes présentées à l'Académie en 1878 (20 mai et 27 mai). »

VITICULTURE. — *Sur la maladie de la Vigne connue sous le nom de* pourridié. Note de MM. **G. Foex** et **P. Viala**, présentée par M. Ph. Van Tieghem.

« Le *pourridié* est assez répandu dans le midi de la France; il a été plus particulièrement observé en Provence et dans le Roussillon, mais il a été signalé dans d'autres contrées. Diverses opinions ont été formulées sur les causes qui lui donnent naissance : MM. Planchon et Millardet ont émis l'hypothèse qu'il pourrait être attribué à l'*Agaricus melleus*, qui produit la mort de certains arbres forestiers. M. Prillieux l'a rattaché, dans la Haute-Marne, au développement du *Rœsleria hypogæa*. M. R. Hartig a affirmé, dans un travail récent (1883), que le *pourridié* de la Vigne était dû à un Champignon dont il a observé pour la première fois la fructification et qu'il a dénommé *Dematophora necatrix*. Enfin, beaucoup de praticiens attribuent cette maladie à ces *mycelia* connus sous le nom un peu vague de *fibrillaria*, et qui n'ont été encore rapportés à aucune espèce de Champignons. Nous avons cherché à éclaircir ces hypothèses par des observations et des expériences que nous avons poursuivies au laboratoire de viticulture de l'École d'Agriculture de Montpellier depuis l'automne 1883.

» Les formes de *fibrillaria* que nous avons rencontrées appartiennent manifestement à une même origine [1]. Des racines de Vignes qui en étaient

[1] Les *fibrillaria* sont constitués par une agglomération de filaments hyalins, parallèles ou entrelacés, très ténus, peu ramifiés ($0^{mm},0015$ de diamètre). Ils forment sur les racines

recouvertes, mises en culture, ont donné lieu à un grand nombre de Champignons se rattachant au genre *Psathyrella* et que nous n'avons pu identifier avec aucune espèce décrite : nous leur donnerons provisoirement le nom de *P. ampelina*. Le même Champignon a été observé en pleine Vigne sur une souche de Jacquez (*Vitis æstivalis*) dont les racines étaient recouvertes de filaments de *fibrillaria*, ainsi que l'échalas qui la soutenait. L'ensemencement des spores du *P. ampelina* a produit des filaments identiques à ceux du *fibrillaria*.

» Dans aucun cas, nous n'avons vu le *fibrillaria* se développer dans les tissus sains, mais toujours sur des racines ou des écorces décomposées. Il ne peut donc être regardé comme un parasite, ni par conséquent comme la cause du *pourridié*.

» Nous avons observé le *Rœsleria hypogæa* sur des racines de Vignes françaises, dépérissant sous l'influence du Phylloxera, à l'École d'Agriculture de Montpellier, sur d'autres qui nous avaient été adressées de divers vignobles (Hérault, Gironde, Isère), nous l'avons enfin rencontré sur un pied de Cerisier qui avait succombé aux atteintes du *Dematophora*. Le *R. hypogæa* (¹), dont le mycélium est toujours intérieur, nous a paru dans la plupart des cas se développer de préférence sur les tissus mortifiés et agir surtout comme saprophyte. Nous avons pourtant trouvé, mais rarement, son mycélium dans des tissus sains. Les inoculations que nous avons pratiquées sous diverses formes et dans divers milieux sur des Vignes saines et des plantes diverses (Cerisier, Pin, Marronnier, Amandier, Pois, Laitue, Fève, Chou) ne nous ont donné aucun résultat. Nous obtenions cependant, aux mêmes températures, une abondante germination des spores en culture cellulaire. Le développement du *R. hypogæa* n'a eu lieu, après ensemencement dans nos cultures, que sur les racines mortes de deux

---

des cordons disposés en réseau ou dessinent des zones continues, parfois très étendues. Ils peuvent constituer par leur soudure des sclérotes ronds ou lobés de 1^{mm} à 2^{mm} de diamètre et de hauteur, dont la surface porte des cellules allongées en massue, dilatées au sommet et garnies d'aspérités formées par des sels de chaux, sels que l'on peut constater sur la paroi des filaments des cordons et des plaques grenues. R. Hartig les avait à tort attribués au *D. necatrix*.

(¹) Thümen et Passerini ont créé un nouveau genre pour cette espèce et l'ont séparée du genre *Vibrissea*, par suite de l'absence des paraphyses et de la forme des spores, qui sont rondes et non filiformes, comme dans ce dernier. Or, les paraphyses existent parfois en très grand nombre; la valeur du genre *Rœsleria* repose donc seulement sur la différence de forme des spores.

pieds de Vigne (*Vitis Coignetii, Vitis æstivalis*). En résumé, bien que le *Rœsleria* soit susceptible d'agir comme parasite, il nous paraît, dans les milieux où nous l'avons observé, jouer surtout le rôle de saprophyte.

» Les racines de la plupart des Vignes atteintes par le *pourridié* que nous avons recueillies ou qui nous ont été envoyées de divers points du Midi (Hérault, Aude, Roussillon) et de Mori (Yesso, Japon), étaient recouvertes de plaques feutrées entre l'écorce et le bois et de cordons rhizomorphes à la surface (*Rhizomorpha fragilis*). Mises en culture dans un milieu saturé d'humidité, il s'est développé des filaments blancs floconneux, qui ont pris plus tard une teinte gris-souris, puis brune; certains sont restés blancs et se sont entourés d'une écorce noire reproduisant par leur condensation les cordons rhizomorphes du *pourridié*. Deux mois après, les fructifications caractéristiques du *Dematophora necatrix* ont apparu en nombre considérable.

» Les filaments et les fructifications se sont développés en culture sur des Cerisiers atteints du blanc, et il est probable que cette maladie, chez beaucoup d'arbres fruitiers, est due au *Dematophora necatrix*. Des racines de Thuya et de Marronnier, attaquées par le *pourridié* (rapporté par R. Hartig à l'*A. melleus*), mises en culture, n'ont produit rien de semblable. Nous n'avons rien obtenu non plus en inoculant le *D. necatrix* sur des Pins et des Marronniers; mais les filaments de ce Champignon pris sur la Vigne se sont développés sur des Cerisiers vivants et inversement. Les fructifications se sont montrées surtout nombreuses et les filaments abondants dans les milieux saturés d'humidité, même sous l'eau, et pendant la période de dépérissement de la Vigne. C'est, du reste, dans les sols où l'eau reste stagnante que les viticulteurs méridionaux ont signalé la présence du *pourridié*.

» La nature parasite du *D. necatrix* ne saurait être mise en doute; des inoculations faites sur des Vignes saines, cultivées en pots avec excès d'humidité, ont déterminé la mort de ces dernières au bout de six mois. Cette plante paraît être la cause la plus habituelle de la maladie désignée dans le midi de la France sous le nom de *pourridié*. Le moyen le plus efficace est l'assainissement du sol. L'arrachage des Vignes atteintes par cette maladie doit être fait avant la destruction complète des ceps, afin d'éviter les dangers d'ensemencement, résultant du développement des fructifications qui se produit au moment de leur dépérissement. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la présence de l'étage houiller moyen en Anjou.* Note de M. **Ed. Bureau**, présentée par M. Gaudry.

« On a signalé depuis longtemps, en Anjou, plusieurs petits lambeaux de terrain houiller, très rapprochés du grand bassin houiller inférieur de la basse Loire et courant parallèlement à lui : un au nord et trois au sud; mais ils n'ont été jusqu'ici l'objet d'aucune étude paléontologique. J'ai pu cette année, avec mon frère, directeur du Muséum d'histoire naturelle de Nantes, les explorer et y pratiquer quelques recherches.

» Le petit bassin de Rochefort-sur-Loire, situé au nord du grand dépôt houiller, en est séparé par une chaîne de hauteurs large de 1000^m à 1200^m, constituée par un pli saillant du terrain silurien. Il occupe le fond d'une vallée, qui est une cuvette formée par un pli concave des mêmes couches siluriennes. Ce bassin a environ 400^m de large, sur une longueur encore inconnue, vu la rareté des affleurements. Les fossiles végétaux y sont d'une abondance extrême, et néanmoins difficiles à recueillir; car il n'y a ni puits, ni carrière. Ils se présentent en empreintes sur des schistes et grès stratifiés presque verticalement, jaunâtres, très tendres, qui n'ont nullement l'aspect charbonneux. La collection que j'ai rapportée, jointe à des échantillons recueillis au même endroit par M. Triger en 1865, m'a permis de reconnaître la petite flore dont voici l'énumération :

« Feuilles de *Cordaites* en abondance, appartenant à trois espèces : *Cordaites borassifolius* Geinitz, *C. Goldenbergianus* Weiss, et surtout *C. principalis* Geinitz, qui paraît le plus commun; deux formes d'inflorescences de ce même genre *Cordaites*, dont une, certainement, est une inflorescence mâle, qui se rapporte très bien à celle représentée par Feistmantel (*Pl. XII, fig.* 1) de son ouvrage sur les fossiles des gisements houillers de la Bohême, sous le nom de *Cordaitanthus communis*.

» Nombreuses espèces de fougères : *Nevropteris*, *Alethopteris Serlii* Gœpp., *Prepecopteris plumosa* Grand'Eury, *Sphenopteris furcata* Ad. Brongn. *S. artemisiæfolia* Sternb., *S. Haidingeri* Ett., *S. stipulata* Guth. *S. Sauveurii* Crépin, *S. distans* Sternb.; enfin, deux *Asterophyllites* : *A. longifolia* Ad. Brongn., *A. hippuroides* Ad. Brongn., et un calamite.

» Sur les 14 espèces ou formes dont la détermination paraît sûre, 4 seulement se retrouvent dans les dépôts de l'étage houiller inférieur, une seule existe dans le bassin houiller inférieur de la basse Loire; 11, au contraire, sont déjà signalées dans les dépôts de l'étage houiller moyen proprement dit, et plusieurs, telles que *Prepecopteris plumosa*, *Sphenopteris artemisiæfolia*, *Alethopteris Serlii*, sont caractéristiques de la partie moyenne

du terrain houiller. L'âge précis du petit bassin houiller de Rochefort-sur-Loire ne peut donc faire de doute, et le terrain houiller de la Vendée n'est plus le seul dépôt houiller moyen entièrement français.

» Si nous comparons la petite flore du terrain houiller de Rochefort avec celle des dépôts de même âge situés en diverses parties de l'Europe, nous voyons qu'elle a 8 espèces communes avec la flore houillère moyenne de Westphalie, 7 avec celle du nord de la France et de la Belgique, 7 avec celle de l'Angleterre, 7 avec celle de la Silésie, 6 avec celle de la Bohême, 5 avec celle de Sarrebruck, et une seulement avec celle de la Vendée. Ainsi, à cette époque reculée, la différence entre deux flores contemporaines semble n'avoir été nullement proportionnelle à la distance géographique qui les séparait. Étant donnée l'uniformité du climat houiller, il est vraisemblable que les propriétés physiques et chimiques du sol, ainsi que le régime des eaux, devaient avoir une influence prépondérante parmi les causes qui déterminaient la répartition des espèces végétales.

» Des trois petits bassins indiqués au sud du grand dépôt houiller inférieur, un seul nous a paru avoir une existence réelle et indépendante. Nous l'appellerons *bassin houiller de l'Écoulé*, du nom d'une ferme placée dessus. Il est situé dans la commune de Saint-Laurent-du-Mottay. Sa formation paraît s'être opérée dans des conditions spéciales : les poudingues quartzeux y dominent ; des psammites noirs portent des empreintes de plantes ; mais celles-ci se trouvent surtout dans des nodules d'un grès très fin avec une croûte ferrugineuse. Les recherches sont des plus difficiles, tout le dépôt étant recouvert par les cultures ; aussi n'avons-nous pu trouver que deux espèces de plantes fossiles déterminables : *Cordaites borassifolius* Geinitz et *Dictyopteris sub-Brongniarti* Grand'Eury. La première est connue dans l'étage houiller moyen et dans le supérieur ; la seconde est particulière à l'étage moyen, dans la région élevée duquel elle se montre abondamment, d'après M. Zeiller. Ces deux espèces suffisent donc pour permettre d'attribuer encore au houiller moyen le bassin de l'Écoulé. Elles donnent même lieu de croire que, tout en appartenant au même étage que celui de Rochefort, ce dépôt est un peu plus récent. C'est une conclusion à laquelle conduit également l'absence ici des *Sphenopteris*, qui à Rochefort sont abondants et présentent même quelques formes rappelant la flore des dernières couches de l'étage houiller inférieur.

» Mais, dans cette région, le dépôt de l'Écoulé ne forme pas encore le sommet de la série houillère. Dans le même grand sillon silurien, vers Doué (Maine-et-Loire), un petit lambeau houiller, placé en discordance

sur le houiller inférieur, a fourni, il y a longtemps, à M. Brongniart, le *Cannophyllites Virletii* Ad. Brongn., plante remarquable qu'on sait aujourd'hui appartenir à la partie moyenne du terrain houiller supérieur, puisqu'elle a été retrouvée dans le bassin de Kergogne (Finistère), qui se rapporte à l'étage des Filicacées de M. Grand'Eury.

» En résumé : 1° dans le grand sillon silurien bordant au nord les roches cristallines de la Vendée et du sud de la Bretagne, et connu sous le nom de bassin de la basse Loire, des dépôts se sont effectués pendant presque toute l'époque houillère; 2° ce bassin est partagé, dans une partie de son étendue, par des plissements siluriens, en cuvettes longitudinales et parallèles, et ces cuvettes ont été successivement le siège de dépôts houillers; 3° ces dépôts sont d'autant plus étendus et d'autant plus puissants qu'ils sont plus anciens; 4° le premier dépôt s'est fait dans la cuvette centrale, pendant la seconde moitié de l'époque houillère inférieure; le second, dans la cuvette nord, vers le milieu de l'époque houillère moyenne; le troisième, dans la cuvette sud, probablement vers la fin de cette même époque; et enfin, le dernier, le lambeau de Doué, dans la partie sud-est du grand bassin (par-dessus le terrain houiller inférieur déjà relevé et plissé), vers le milieu de l'époque houillère supérieure.

» Le bassin de la basse Loire est, croyons-nous, la seule région de la France qui présente à la fois les trois étages du terrain houiller. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Schémas des mouvements atmosphériques entre le* 30e *degré sud et le* 80e *degré nord, les* 20 *novembre* 1879 *et* 1er *janvier* 1880, *d'après les Cartes d'isobares dressées par M.* Léon Teisserenc de Bort. Mémoire de M. A. Poincaré. (Extrait par l'auteur.)

« Pour faire suite à nos deux Communications de février et mars 1884, nous présentons à l'Académie deux schémas des mouvements atmosphériques, les 20 *novembre* 1879 et 1er *janvier* 1880, entre le 80e degré de latitude nord et le 30e degré de latitude sud, du 125e de longitude ouest au 140e est. Ces schémas ont été établis sur les Cartes des isobares et des vents inférieurs dressées par M. Léon Teisserenc de Bort. Comme dans les précédents, les courants de surface ont été tracés en suivant les flèches de vent, et les courants à la hauteur des cumuli et des cirrhi en appliquant les angles moyens avec les isobares donnés par M. Hildebrandsson.

» D'après la classification que nous avons adoptée en vue de l'est de la France, le régime du 1er janvier 1880 est le sud-ouest-nord-ouest d'hiver

demi-calme, celui du 20 novembre 1879 est exactement le nord-est-sud-est d'hiver.

» Le 1er *janvier* 1880, on voit, entre le 15e et le 45e degré de latitude nord, une grande bande de hautes pressions, qui s'épanouit sur l'Asie. Elle est interrompue par des défilés de part et d'autre des Cordillères et par un large col sur le centre de l'Atlantique.

» Au-dessous d'elle se trouvent : une dépression principale A, qui se forme, sur le centre de l'Amérique du Nord, de la réunion de deux autres venues du Mexique et de la Nouvelle-Californie et qui va au Labrador; une dépression principale B, qui s'est concentrée progressivement entre la pointe du Groënland et le sud-ouest de l'Islande et marche lentement vers l'est-nord-est; un amas de dépressions qui provient de la dislocation d'une dépression principale antérieure et qui couvre presque toute l'Europe et l'ouest de l'Asie.

» A l'extrémité orientale de la zone, ou plutôt au-dessus d'une rupture de la bande de hautes pressions qui fait le tour du globe, s'aperçoit encore une dépression principale qui va du Japon à la pointe du Kamtchatka, modelant ainsi sa marche sur le courant Pacifique, comme celles de l'Atlantique modèlent la leur sur le gulf-stream et ses dérivés. La concentration habituelle des dépressions en A et B est commandée par leur situation entre les vents des terres froides et les vents marins.

» Au haut de la Carte, nous avons, faute d'observations, placé approximativement cinq maxima barométriques circumpolaires en nous guidant sur les isothermes moyennes de janvier de M. Teisserenc de Bort.

» Le 20 *novembre* 1879, la ceinture des hautes pressions est complètement rompue sur tout l'Atlantique. La portion orientale s'est relevée et son axe va de l'Islande au Japon. Sous elle, les dépressions sont arrêtées. Nous suivrons ici, sur la Carte du 1er janvier, la marche de nos filets des trois étages dans l'hémisphère boréal. Cette marche ne diffère que par des nuances de celle du 20 novembre.

» Sur l'équateur *barométrique*, convergent à angle droit les alizés inférieurs et, à angle déjà très aigu, les vents des cumuli donnant une résultante est. L'alizé du sud-est, qui est le plus chaud pendant notre hiver, a surmonté une sorte de courant gauche, dont le fond va vers le sud-ouest et le haut vers l'ouest. S'accentuant dans la montée, des rotations *sinistrorsum*, vives et de petit rayon, apparaissent à la hauteur des cumuli et sont

rapidement emportées vers le nord par les contre-alizés. Ces contre-alizés des cirrhi vont, dans leur marche parabolique, alimenter la bande des hautes pressions de la zone tempérée. Cette bande renvoie à l'équateur les alizés des étages inférieur et moyen.

» Contre les parties puissantes de la bande, bien en avant du faîte, les petits tourbillons entraînés par les contre-alizés s'éteignent, étouffés par le parallélisme ou la convergence des filets. Au contraire, dans les deux défilés américains et au-dessus du col de l'Atlantique, ils s'avancent entre des filets disposés à toute hauteur, de façon à activer ou à produire les mouvements *sinistrorsum*. Au col de l'Atlantique, ce sont des rotations élevées qui vont augmenter la composante sud-ouest du tourbillon B. Des deux défilés partent les hauts et violents tornados qui vont se jeter dans A. Au nord de la ceinture de calmes, les dépressions principales reçoivent, par le bas, en avant l'air de cette zone, en arrière celui des maxima circumpolaires; par le haut, elles renvoient de l'air, en arrière à la zone, en avant à ces maxima.

» Au fur et à mesure qu'on remonte vers le pôle, les mouvements dirigés sur le nord tendent de plus en plus vite à prendre la direction de l'est. Si, en effet, ils étaient soustraits aux frottements et autres causes de perturbation, leur composante ouest-est augmenterait comme la différence des cosinus des latitudes, et le nombre des tours sur l'axe terrestre s'accroîtrait avec une énorme rapidité à partir du 80e parallèle.

» Entre ce parallèle et le pôle, nous concevons un tourbillon *sinistrorsum*, dont le centre reste toujours très voisin du pôle. L'air y monte jusqu'à la région des aurores boréales ou au-dessus. De là, conservant la vitesse de ces couches élevées, il redescend, en spirale toujours *sinistrorsum*, mais centrifuge, pour se déverser, au moins en majeure partie, sur les maxima circumpolaires. Nous sommes ainsi conduit à admettre des courants *polaires*, descendus de plus haut que les cirrhi.

Il est probable que, sur notre hémisphère, descendent également des nappes venues des hautes régions équatoriales; mais, pour notre compte, nous ne savons rien de leur marche. Le mécanisme des dépressions et des surhaussements barométriques est indépendant d'elles; elles peuvent cependant contribuer à la translation vers l'est; elles influeraient, surtout, sur les déplacements des grandes zones et, par suite, sur les caractères généraux du temps. Bien que cela soit difficile à expliquer, il est très admissible qu'elles subissent elles-mêmes des influences cosmiques.

» Quoi qu'il en soit, aujourd'hui, au-dessus des cirrhi, nous entrons

dans le domaine des hypothèses; nous sommes, en tous cas, dans celui des actions lentes et médiates. »

M. **Bochefontaine** adresse, par l'intermédiaire de M. Richet, une Note rappelant de nouveau les expériences qui ont été faites par lui, en 1878, sur la diffusion des courants électriques dans les tissus animaux. Les Recueils dans lesquels ont été publiées ces expériences ont déjà été indiqués aux *Comptes rendus* de la séance précédente (p. 995).

La question que l'auteur s'était proposé de résoudre était la suivante : Un animal étant soumis à un courant faradique, dans une région limitée, à quelles conditions le contact des doigts avec un autre point du corps produit-il une commotion sur l'expérimentateur? Les expériences, effectuées successivement sur des animaux vivants et sur des animaux morts, ont donné des résultats variables, même dans le courant d'une même expérience. L'auteur en conclut qu'il serait imprudent de fonder, sur des phénomènes de ce genre, une méthode de constatation de la mort réelle ou de la mort apparente. Il y a là, sans doute, une particularité dont il serait intéressant de donner une explication scientifique précise.

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Physique, par l'organe de son doyen M. Fizeau, présente la liste suivante de candidats pour la place devenue vacante par la nomination de M. Jamin, en qualité de Secrétaire perpétuel :

En première ligne	M. **Mascart**.
En deuxième ligne	M. **Lippmann**.
En troisième ligne ex æquo *et par ordre alphabétique*.	M. **Henri Becquerel**. M. **Le Roux**.

Sur cette liste figurait en outre le nom d'un savant distingué, M. Quet, dont on a aujourd'hui à déplorer la perte toute récente.

La séance est levée à 5 heures.

J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 1er décembre 1884.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce; t. CXII et CXIII. Paris, Imp. nationale, 1884; 2 vol. in-4°.

La marine des Ptolémées et la marine des Romains; par le vice-amiral Jurien de la Gravière. Paris, Plon et Nourrit, 1885; 2 vol. in-12.

Ch. de Comberousse. *Le transport de l'énergie*, Paris, imp. Chaix, 1883; br. in-8°. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Lucy. *L'Index géographique;* Ire Partie, 1884. Paris, Berger-Levrault, 1884; in-4°.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College; vol. XIV, Part I. Cambridge, John Wilson, 1884; in-4°.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, Cambridge, Mass., vol. VIII, n° 3. *The reptiles and batrachians of North America; by* Samuel Garman. Yeoman Press, Frankfort, Ky 1883; in-4°.

Report of the Commissioner of education for the year 1882-83. Washington, Government printing Office, 1884; in-8° relié.

Manual of Geology theorical and practical; by John Phillips, edited by R. Etheridge and Harry Govier Seeley, in two Parts. Part I, *physical Geology and Palæontology; by* H.-G. Seeley. London, Ch. Griffin, 1885; in-8° relié.

The nautical Almanac and astronomical Ephemeris for the year 1888 *for the meridian of the royal Observatory at Greenwich.* London, 1884; in-8°.

Atti della fondazione Scientifica Cagnola dalla sua istituzione in Poi; vol. VII. Milano, tip. Bernardoni, 1882; in-8°.

Atti della Societa italiana di Scienze naturali; vol. XXV, fasc. 3, 4;

vol. XXVI, fasc. 1, 2, 3, 4. Milano, tip. Bernardoni, 1883-1884; 6 fasc. in-8°.

Reale istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti, série II, vol. XV. Milano, Ulrico Hoepli, 1882; in-8°.

Festschrift der Königlichen technischen Hochschule zu Berlin zur feier der einweihung Hires neuen Gebaüdes am 2 November 1884. Berlin, Gedruckt in der Reichsdruckerei, 1884; in-4°.

Annaes da Escola de Minas de Ouro-Preto, n° 3. Rio-Janeiro, 1884; in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Resultados del Observatorio nacional argentino en Cordoba. Benjamin Gould Director; vol. III, IV : *Observaciones del año* 1873; vol. VII, VIII : *Catalogo de las Zonas estelares*. Cordoba, 1884; 4 vol. in-4°.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 décembre 1884.

J.-B. Dumas (1800-1884); *par* Ch. de Comberousse. Paris, au journal *le Génie civil*, 1884; in-8°. (Présenté par M. Debray.)

Recherches sur l'anguillule de l'oignon; par J. Chatin. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-4°. (Présenté par M. Pasteur.)

Cours de Mécanique appliquée aux constructions. Ire Partie. *Résistance des matériaux; par* E. Collignon. Paris, Ve Ch. Dunod, 1885; in-8°.

Les voyages et découvertes de Paul Soleillet dans le Sahara et dans le Soudan, racontés par lui-même. Rédigés sur ses carnets et sténographiés sur ses conversations par J. Gros. Paris, M. Dreyfous, 1881; 1 vol. in-12.

L'Alimentation du soldat; par M. Léon Kirn. Paris, Baudoin, 1885; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Etude sur la pénétration des projectiles dans les milieux résistants; par P. Henrard. Bruxelles, F. Hayez, 1884; br. in-8°.

Pèlerinage d'un curieux au monastère bouddhique de Pemmiantsi. Conférence faite au théâtre de Châlons, le 10 mars 1880; par M. J. Remy. Châlons-sur-Marne, impr. T. Martin, 1880; br. in-8°.

Bulletins et Mémoires de la Société médicale des hôpitaux de Paris; Tome XX, 2e série, année 1883. Paris, Asselin, 1884; in-8° relié.

Sur la queue du premier type de la comète de 1744; *par* TH. BREDICHIN. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

Les syndynames et les synchrones de la comète Pons-Brooks (1883-1884); *par* TH. BREDICHIN. Sans lieu ni date; opuscule in-4°.

Acta mathematica : journal rédigé par G. MITTAG-LEFFLER; T. V, fasc. I. Paris, A. Hermann, 1884; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Annales de l'Observatoire impérial de Rio-Janeiro, publiées par L. CRULS; T. II : *Observations et Mémoires*, 1882. Rio-Janeiro, typogr. Lombaerts, 1883; in-4° relié.

Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el ano de 1885. Mexico, 1884; in-12.

ERRATA.

(Séance du 1er décembre 1884.)

Page 963, ligne 32, à la suite du mot sinus, *ajoutez* et cosinus.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 15 DÉCEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la forme de la surface de l'onde lumineuse dans un milieu isotrope placé dans un champ magnétique uniforme : existence probable d'une double réfraction particulière dans une direction normale aux lignes de force.* Note de M. A. Cornu.

« Un milieu isotrope transparent, placé dans un champ magnétique, acquiert, comme on sait, le pouvoir rotatoire dans le sens des lignes de force. Verdet, dans ses belles recherches, a établi expérimentalement des résultats qu'on peut énoncer ainsi :

» *La rotation du plan de polarisation est proportionnelle :* 1° *à l'intensité* M *du champ magnétique;* 2° *au cosinus de l'angle* α *que fait la direction du faisceau lumineux avec les lignes de force du champ.*

» Si l'on interprète cette loi suivant la théorie de Fresnel (vérifiée d'ailleurs par les expériences de plusieurs physiciens), on écrira que les vitesses v', v'' de propagation des ondes planes dont la vibration est circulaire gauche ou circulaire droite sont, à l'ordre d'approximation que com-

portent les mesures, soumises à la condition suivante

$$v'' - v' = 2k\mathrm{M}\cos\alpha,$$

$2k$ étant une constante spécifique du milieu isotrope, dépendant de la longueur d'onde de la radiation observée.

» D'autre part, j'ai établi par expérience (¹) la loi suivante :

» *La moyenne des vitesses de propagation des ondes circulaires de sens inverses séparées par l'action magnétique est sensiblement égale à la vitesse commune v de ces ondes quand l'action magnétique est nulle.*

» D'où la relation

$$v' + v'' = 2v.$$

» Ces deux conditions analytiques sont l'expression de deux lois expérimentales : si l'on admet que ces deux lois sont rigoureuses (ce qu'on ne peut guère démontrer que par leurs conséquences), on en conclura les valeurs de v' et v'', c'est-à-dire les vitesses des ondes planes polarisées circulairement dans les deux sens pour toutes les directions de propagation,

$$v' = v - k\mathrm{M}\cos\alpha, \quad v'' = v + k\mathrm{M}\cos\alpha.$$

» Il suffira dès lors d'employer la méthode géométrique de Fresnel pour obtenir, par un simple calcul d'*enveloppes* (²), la surface de l'onde lumineuse dans le milieu soumis à l'action magnétique.

» A cet effet, rapportons chaque onde plane à trois axes rectangulaires OX, OY, OZ, l'axe OX étant parallèle aux lignes de force du champ. La surface d'onde cherchée est l'enveloppe d'un plan dont la distance à l'origine est égale à la vitesse de propagation normale.

» Si l'on désigne par α, β, γ les angles que forme la normale au plan d'onde avec les axes OX, OY, OZ, on aura évidemment pour l'équation générale de ces plans

$$x\cos\alpha + y\cos\beta + z\cos\gamma = v \pm k\mathrm{M}\cos\alpha,$$

qu'on peut écrire

$$(x \mp k\mathrm{M})\cos\alpha + y\cos\beta + z\cos\gamma = v, \tag{1}$$

(¹) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 1368.

(²) La loi de Verdet à elle seule ne suffirait pas, quoiqu'on puisse toujours poser $v' + v'' = 2u$; car alors on ne pourrait pas affirmer que u ne dépend pas de α, ce qui rendrait l'élimination impossible.

avec la condition

$$(2) \qquad \cos^2\alpha + \cos^2\beta + \cos^2\gamma = 1.$$

» L'enveloppe du plan s'obtient en différentiant ces deux équations par rapport à $\cos\alpha, \cos\beta, \cos\gamma$, considérés comme des paramètres variables, et en annulant les coefficients des différentielles indépendantes; il vient évidemment

$$(3) \qquad \frac{x \mp k\mathrm{M}}{\cos\alpha} = \frac{y}{\cos\beta} = \frac{z}{\cos\gamma} = \frac{v}{1},$$

équations du rayon vecteur qui joint l'origine au point de contact. Éliminant $\cos\alpha$, $\cos\beta$, $\cos\gamma$ à l'aide de l'équation (2), on obtient l'équation de la surface de l'onde cherchée

$$(4) \qquad (x \mp k\mathrm{M})^2 + y^2 + z^2 = v^2,$$

résultat qu'on obtiendrait du reste facilement par la Géométrie pure.

» C'est un système de deux sphères excentriques, dont l'axe commun est parallèle aux lignes de force du champ magnétique : l'une des sphères correspond aux ondes circulaires *dextrorsum*, l'autre aux ondes circulaires *sinistrorsum*. On en conclut l'énoncé suivant :

» *Dans un milieu isotrope, placé au sein d'un champ magnétique uniforme, les deux espèces d'ondes à vibrations circulaires inverses, seules susceptibles d'exister, se propagent suivant des sphères identiques à la sphère d'onde du milieu à l'état naturel, déplacées symétriquement de la même quantité dans la direction des lignes de force.*

» *Ce déplacement magnétique est proportionnel à l'intensité du champ et à la constante électro-optique du milieu.*

» Il n'est peut-être pas inutile de faire remarquer que le résultat, fondé sur des lois expérimentales, est indépendant de toute théorie moléculaire ou magnétique.

» *Directions singulières de double réfraction circulaire magnétique.* — Cette disposition des deux nappes sphériques de la surface d'onde présente une particularité intéressante : si l'on considère des ondes planes se propageant perpendiculairement aux lignes de force, on sait, d'après la loi de Verdet, qu'elles présentent la même vitesse de propagation normale puisque le pouvoir rotatoire est nul dans ces conditions.

» Effectivement, deux plans parallèles tangents aux deux sphères coïncident lorsqu'ils sont en même temps parallèles à l'axe commun : mais il

en résulte aussi que chaque plan parallèle à l'axe a deux points de contact avec la surface de l'onde, l'un sur la nappe des vibrations circulaires droites, l'autre sur la nappe des vibrations circulaires gauches, et les deux points sont dans un même plan avec l'axe de révolution.

» Donc les directions lumineuses efficaces (ce qu'on nomme les *rayons* dans la double réfraction ordinaire) sont séparées d'un angle appréciable, bien que les ondes planes qui leur correspondent cheminent en coïncidence : de là *l'existence probable d'une double réfraction d'un genre particulier dans la direction normale aux lignes de force*, c'est-à-dire dans une direction où l'on a coutume de considérer l'action magnétique sur la lumière comme nulle.

» C'est un phénomène qui rappelle celui qu'on observe dans les cristaux à deux axes optiques lorsque l'onde plane devient tangente à la surface d'onde suivant un cercle ; mais il en diffère en ce que les *rayons* correspondant à la même onde plane sont au nombre de deux seulement, tandis qu'ils se résolvent en une nappe conique dans le cas des cristaux.

» Comme dans les milieux cristallisés jouissant de la double réfraction rectiligne, la direction du *rayon* est en général oblique sur le plan de l'onde : l'expression de l'angle ε que fait la normale à ce plan avec le rayon s'obtient aisément, en éliminant x, y, z dans la formule

$$\cos\varepsilon = \frac{x}{r}\cos\alpha + \frac{y}{r}\cos\beta + \frac{z}{r}\cos\gamma \quad \text{avec} \quad r = \sqrt{x^2+y^2+z^2},$$

à l'aide des équations (3); on trouve

$$(5)\quad \cos\varepsilon = \frac{v \pm k\mathrm{M}\cos\alpha}{\sqrt{v^2 \pm 2vk\mathrm{M}\cos\alpha}}, \quad \sin\varepsilon = \frac{\pm k\mathrm{M}\sin\alpha}{\sqrt{v^2 \pm 2vk\mathrm{M}\cos\alpha}}, \quad \operatorname{tang}\varepsilon = \frac{\pm k\mathrm{M}\sin\alpha}{v \pm k\mathrm{M}\cos\alpha}.$$

Mais il n'y a pas de parallélisme à établir entre ces deux genres de double réfraction, les comparaisons présentant la symétrie *alterne* particulière aux actions électromagnétiques : ainsi dans la double réfraction magnétique, suivant l'axe de révolution ($\alpha = 0$), les ondes planes ont des vitesses différentes v', v'', et les rayons correspondants coïncident ($\varepsilon = 0$); normalement à cet axe $\left(\alpha - \frac{\pi}{2}\right)$ c'est l'inverse : les ondes ont la même vitesse v et les rayons des directions différentes $\left(\operatorname{tang}\varepsilon = \pm\frac{k\mathrm{M}}{v}\right)$.

» J'avais obtenu ces résultats depuis longtemps, mais je me réservais de les faire connaître après avoir examiné s'il était possible de mettre cette

double réfraction très singulière en évidence par une expérience directe. Mon attention a été appelée de nouveau sur cette question par une Note récente de M. le Dr Von Fleischl [1] intitulée : *Sur la déformation de la surface d'onde lumineuse dans un champ magnétique.* D'après ce qui précède, on voit qu'il n'y aurait pas *déformation*, mais *dédoublement*.

» Il ne m'a pas été jusqu'ici possible de tenter l'expérience, parce qu'elle offre d'assez grandes difficultés provenant de l'extrême petitesse du phénomène; mais ces difficultés ne me paraissent pas insurmontables, eu égard à la puissance des appareils électromagnétiques qui se construisent actuellement. Voici, en effet, le calcul des éléments à observer.

» Les deux points de contact du plan d'onde avec les sphères ont pour distance $2kM$, ainsi qu'il résulte de l'équation (3). La sphère ayant pour rayon v, on a, pour l'angle 2ε des deux rayons, l'expression

$$\text{(6)}\qquad \operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{2kM}{v},$$

qu'on retrouve d'ailleurs comme cas particulier de (5).

» On exprime aisément $2kM$ en fonction de l'angle ω dont tournerait le plan de polarisation d'un rayon traversant une longueur e du milieu, suivant les lignes de force magnétique

$$\text{(7)}\qquad \omega = \frac{\pi e}{\lambda}\left(\frac{V}{v'} - \frac{V}{v''}\right),$$

V étant la vitesse de la lumière dans l'air et λ la longueur d'onde de la radiation également dans l'air.

» Remplaçant dans cette expression le produit $v'v''$ par v^2 qui lui est sensiblement égal, la différence $v'' - v'$ par $2kM$ (puisque $\alpha = 0$), et V par nv, n étant l'indice de réfraction du milieu, on en déduit

$$\text{(8)}\qquad e \operatorname{tang} 2\varepsilon = \frac{1}{n}\,\frac{\omega}{\pi}\,\lambda.$$

---

[1] *Ueber die Deformation der Lichtwellenfläche im magnetischen Felde* (*Anzeiger der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien*, Nr. XIII).

M. le Dr Von Fleischl donne sans démonstration l'équation de la surface

$$\frac{(x^2+y^2)n^2+z^2}{2r^2n^2} \pm \frac{x\sqrt{n^2-1}}{r} + \frac{n^2}{2} = 1.$$

n est une fraction irrationnelle dont la valeur diffère peu de l'unité et représente la mesure d'une déformation homogène que la sphère primitive (de rayon r) subit dans le sens de l'axe des x.

» Cette valeur de $e \tang 2\varepsilon$ représente le dédoublement linéaire cherché du rayon qui a traversé une épaisseur e du milieu donné dans une direction normale aux lignes de force d'un champ magnétique, l'effet de ce champ magnétique étant de faire tourner d'un angle ω le plan de polarisation lorsque cette épaisseur e est traversée parallèlement aux lignes de force.

» On voit que le dédoublement est de l'ordre de la longueur d'onde, car le facteur numérique qui le multiplie peut être rendu égal à l'unité dans des conditions qu'il ne serait pas très difficile de réaliser pratiquement : il suffirait donc de rendre ce facteur environ dix fois plus considérable pour atteindre l'ordre du centième de millimètre, c'est-à-dire d'une dimension suffisante pour constater nettement le dédoublement et la polarisation circulaire inverse des deux images [1] : un certain nombre d'artifices bien connus dans ce genre de recherches s'offrent naturellement à l'esprit et font penser que l'expérience est réalisable.

» Le dédoublement n'est qu'en apparence (8) proportionnel à λ; il est, en réalité, sensiblement en raison inverse de la longueur d'onde, car l'angle ω suit à fort peu près la loi de Biot, c'est-à-dire varie en raison inverse de λ^2.

» Ces vérifications auraient un intérêt dont la portée dépasserait évidemment celle des considérations élémentaires qui ont servi à les prévoir. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les relations algébriques entre les fonctions hyperelliptiques d'ordre n.* Note de M. **Brioschi** [2].

« 5° Pour démontrer le théorème énoncé, je rappelle les équations (7) et (12), que j'écris de la manière suivante :

$$(13) \qquad \begin{cases} ST - U^2 = (st)\,p_{st}^2 L, \\ S_1 T_2 + S_2 T_1 - 2 U_1 U_2 = (st)\,p_{st}^2 N_{12}, \end{cases}$$

(1) On doit s'attendre, en observant avec un analyseur, à rencontrer dans les parties communes aux deux faisceaux émergents un système de franges polarisées d'une manière périodique, comme celles obtenues par M. Fizeau avec deux parallélépipèdes de Fresnel (*Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LXIII, p. 405).

(2) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 889.

ayant posé

$$(14)\quad \begin{cases} (sm)(tm)\mathrm{L} = \dfrac{st}{g(a_s)g(a_t)}p_{st}^2 - \left[\dfrac{tm}{g(a_s)}\mathrm{S} - \dfrac{sm}{g(a_t)}\mathrm{T}\right], \\ (sm_1)(sm_2)(tm_1)(tm_2)\mathrm{N}_{12} \\ \quad = (st)\left\{\dfrac{(m_1 m_2)^2 p_{m_1 m_2}^2}{g(a_{m_1})g(a_{m_2})} + [(sm_1)(tm_2) + (sm_2)(tm_1)]p_{st}^2\right\} - \mathrm{K}. \end{cases}$$

» Dans ces relations, L peut prendre les $n-1$ valeurs $\mathrm{L}_1, \mathrm{L}_2, \ldots, \mathrm{L}_{n-1}$ correspondant à $m = m_1, m_2, \ldots, m_{n-1}$ et N_{12} ou, en général, N_{ij} les $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ valeurs qui correspondent aux combinaisons deux à deux de ces mêmes valeurs de m, et l'on voit, par les équations (14), que les $\frac{n(n-1)}{2}$ valeurs de L_i, N_{ij} sont exprimées par des fonctions linéaires des carrés des $2n$ fonctions $x_1, x_2, \ldots; y_1, y_2, \ldots$, et des $\frac{(n-1)(n-2)}{2}$ fonctions $p_{m_i m_j}$.

» Or, en désignant par $\alpha_1, \alpha_2, \ldots, \alpha_{n-1}$, $n-1$ indéterminées, on déduit des équations précédentes (13) celle-ci :

$$\sum_1^{n-1}{}_i\,\alpha_i^2(\mathrm{S}_i\mathrm{T}_i - \mathrm{U}_i^2) + \tfrac{1}{2}\sum_1^{n-1}{}_{i,j}\,\alpha_i\alpha_j(\mathrm{S}_i\mathrm{T}_j + \mathrm{S}_j\mathrm{T}_i - 2\mathrm{U}_i\mathrm{U}_j)$$
$$= (st)p_{st}^2\left(\sum_1^{n-1}{}_i\,\alpha_i^2\mathrm{L}_i + \tfrac{1}{2}\sum_1^{n-1}{}_{i,j}\,\alpha_i\alpha_j\mathrm{N}_{ij}\right),$$

mais le premier membre de cette équation peut s'écrire

$$\sum_1^{n-1}{}_i\,\alpha_i\mathrm{S}_i\sum_1^{n-1}{}_i\,\alpha_i\mathrm{T}_i - \left(\sum_1^{n-1}{}_i\,\alpha_i\mathrm{U}_i\right)^2$$

ou aussi, à cause des valeurs de S, T, U, comme il suit

$$\sum_1^{n}{}_{\mu,\nu}\,\lambda_\mu\lambda_\nu\chi_{\mu\nu},$$

ayant posé

$$(15)\qquad \lambda_\mu = \sum_1^{n-1}{}_i\,\frac{\alpha_i}{r_\mu m_i}, \quad \chi_{\mu\nu} = (x_\mu y_\nu - x_\nu y_\mu)^2.$$

On aura, en conséquence,

$$\sum_1^{n}{}_{\mu,\nu}\,\lambda_\mu\lambda_\nu\chi_{\mu\nu} = (st)p_{st}^2\left(\sum_1^{n-1}{}_i\,\alpha_i^2\mathrm{L}_i + \tfrac{1}{2}\sum_1^{n-}{}_{i,j}\,\alpha_i\alpha_j\mathrm{N}_{ij}\right),$$

et par l'élimination des indéterminées α_i des n équations (15), on aura entre les n quantités λ_μ la relation

$$\frac{k(a_{r_1})}{g'(a_{r_1})}\lambda_1 + \frac{k(a_{r_2})}{g'(a_{r_2})}\lambda_2 + \ldots + \frac{k(a_{r_n})}{g'(a_{r_n})}\lambda_n = 0.$$

» Si l'on dispose maintenant des $n-1$ indéterminées α_i de manière à annuler $n-2$ de ces quantités λ_μ, sauf, par exemple, λ_μ, λ_ν, on déduit de la précédente

$$(16) \qquad \lambda_\mu \lambda_\nu \chi_{\mu\nu} = (st) p_{st}^2 \left(\sum_1^{n-1} {}_i \alpha_i^2 \mathrm{L}_i + \tfrac{1}{2} \sum_1^{n-1} {}_{i,j} \alpha_i \alpha_j \mathrm{N}_{ij} \right),$$

dans laquelle les α_i, α_j ont les valeurs particulières indiquées.

» On a donc ce résultat : les $\frac{n(n-1)}{2}$ expressions $\chi_{\mu\nu}$ sont égales au produit de p_{st}^2 par des fonctions linéaires des carrés des $\frac{1}{2}(n^2+n+2)$ fonctions x_r, y_r, $p_{m_i m_j}$. Mais les expressions que nous avons nommées A, B, C dans les équations (8), (9), (10) et le second membre de l'équation (11) sont des fonctions linéaires d'un certain nombre de ces quantités $\chi_{\mu\nu}$; en conséquence, les quatre équations indiquées, après la substitution de la valeur supérieure de $\chi_{\mu\nu}$, deviennent divisibles par p_{st}^2 et l'on n'aura que les n valeurs de p_r^2; les $n-1$ valeurs de p_m^2, les $n(n-1)$ valeurs de p_{rm}^2, les $\frac{n(n-1)}{2}$ valeurs de $p_{r_\mu r_\nu}^2$ sont exprimables par les carrés des fonctions x_r, y_r, $p_{m_i m_j}$.

» On a donc pour les fonctions hyperelliptiques d'ordre n, à un et à deux indices, ce théorème :

» *Les carrés de $\frac{n(3n+5)}{2}$ de ces fonctions sont exprimables en fonctions linéaires des carrés des autres $\frac{1}{2}(n^2+n+2)$; ou, en d'autres termes, les carrés de $\frac{1}{2}(n+1)(3n+2)$ fonctions θ, à un et à deux indices, sont exprimables linéairement par les carrés des autres $\frac{1}{2}(n^2+n+2)$.*

» Je vais signaler encore, avant d'aborder l'étude des fonctions hyperelliptiques à un plus grand nombre d'indices, une propriété des fonctions considérées jusqu'ici. On voit très facilement que de l'équation (16) on peut déduire les suivantes :

$$x_\mu y_\nu - x_\nu y_\mu = p_{st}\sqrt{\mathrm{D}_{\mu\nu}},$$
$$x_\nu y_\lambda - x_\lambda y_\mu = p_{st}\sqrt{\mathrm{D}_{\nu\lambda}},$$
$$x_\lambda y_\mu - x_\mu y_\lambda = p_{st}\sqrt{\mathrm{D}_{\lambda\mu}};$$

on aura, en conséquence,

$$x_\lambda \sqrt{D_{\mu\nu}} + x_\mu \sqrt{D_{\nu\lambda}} + x_\nu \sqrt{D_{\lambda\mu}} = 0,$$
$$y_\lambda \sqrt{D_{\mu\nu}} + y_\mu \sqrt{D_{\nu\lambda}} + y_\nu \sqrt{D_{\lambda\mu}} = 0,$$

qui établissent des relations entre les $\frac{1}{2}(n^2 + n + 2)$ fonctions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la détermination d'un cas particulier d'isomérie des acétones;* par M. G. CHANCEL.

« Les combinaisons organiques désignées sous le nom générique d'*acétones* ou de *kétones* forment deux classes principales. Les unes, les acétones proprement dites, dont l'acétone ordinaire est le prototype, résultent de la distillation sèche des sels de calcium ou de baryum provenant d'un acide unique; comme elles contiennent deux fois le même radical alkylique uni au carbonyle, je propose de les appeler *équiacétones* ou *équikétones*. Les autres, dans lesquelles se trouvent deux radicaux alkyliques différents, sont les acétones ou kétones *mixtes;* elles prennent naissance dans diverses réactions et s'obtiennent aisément par la distillation des mélanges des sels de deux acides.

» Tous ces corps présentent, surtout dans les termes élevés, de nombreuses isoméries. En général, on parvient à fixer leur constitution en déterminant la nature des deux acides qui résultent de leur oxydation. En effet, M. Popoff [1] a démontré: 1° qu'une équiacétone quelconque donne, quand on l'oxyde, deux acides, à savoir, l'acide générateur de l'acétone et un acide d'un échelon inférieur; 2° qu'une acétone mixte se scinde, dans ces circonstances, de manière à abandonner le carbonyle au radical alkylique le moins élevé. Toutefois, il est à remarquer qu'il existe des acétones isomères, dont la détermination échappe nécessairement à cette réaction; car, parmi les acétones à nombre impair d'atomes de carbone, il y a toujours une acétone mixte isomère d'une équiacétone qui, par l'oxydation, donne les deux mêmes acides. Ainsi les deux acétones isomériques

$C^{2n+1}H^{4n+2}O$.	
Equiacétone.	Acétone mixte.
C^nH^{2n+1}	$C^{n+1}H^{2n+3}$
|	|
CO	CO
|	|
C^nH^{2n+1}	$C^{n-1}H^{2n-1}$

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CXLV, p. 283, et t. CLXI, p. 285.

donneront l'une et l'autre les deux mêmes acides

$$C^nH^{2n}O^2 \text{ et } C^{n+1}H^{2n+2}O^2.$$

» On sait, en effet, que la butyrone, $C^3H^7-CO-C^3H^7$, et l'éthylbuthylkétone, $C^2H^5-CO-C^4H^9$, se convertissent par l'oxydation en acide butyrique et en acide propionique; et qu'avec la propione, $C^2H^5-CO-C^2H^5$, et la méthylpropylkétone, $CH^3-CO-C^3H^7$, on obtient de l'acide acétique et de l'acide propionique.

» L'oxydation de ces sortes d'acétones ne peut donc être d'aucun secours pour la détermination de leur constitution; mais une autre voie permet de résoudre ce cas d'isomérie avec une entière certitude. Mes précédentes recherches [1] démontrent que l'on obtient facilement des acides alkylnitreux en traitant les acétones par l'acide nitrique, et qu'avec les acétones mixtes, les groupes nitreux se fixent toujours sur le radical alkylique le plus élevé. Le produit de la réaction, préalablement lavé à l'eau, dissous dans l'alcool, donne immédiatement avec la potasse alcoolique un abondant précipité cristallin d'alkylnitrite de potassium. Il suffit de reprendre le sel par une petite quantité d'eau modérément chaude qui l'abandonnera par refroidissement en beaux cristaux d'une pureté absolue.

» D'après cela, si l'on se reporte aux formules données plus haut, on voit que des deux acétones qui répondent à la formule générale

$$C^{2n+1}H^{4n+2}O,$$

l'acide alkylnitreux provenant de l'équiacétone sera

$$C^nH^{2n}Az^2O^4 = C^{n-1}H^{2n-1}-CAz^2O^4.H,$$

tandis que celui que fournira l'acétone mixte aura pour composition

$$C^{n+1}H^{2n+2}Az^2O^4 = C^nH^{2n+1}-CAz^2O^4.H.$$

» Les propriétés physiques des alkylnitrites, leur solubilité, le dosage du potassium, ou celui de l'argent du sel obtenu par double décomposition, sont autant de caractères qui permettent de constater avec netteté la nature du sel auquel on a affaire.

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXVII, p. 1405; t. XCIV, p. 399, et XCVI, p. 1466.

» Comme application de la méthode, je rapporte ici les résultats obtenus avec les deux acétones, qui ont pour formule

$$C^5H^{10}O = \begin{cases} \underbrace{C^2H^5\text{-}CO\text{-}C^2H^5}_{\text{Propione.}}, \text{ équiacétone.} \\ \underbrace{CH^3\text{-}CO\text{-}C^3H^7}_{\text{Méthylpropylkétone.}}, \text{ acétone mixte.} \end{cases}$$

» Je me suis attaché à amener ces deux substances dans un parfait état de pureté. La propione provenait de la distillation sèche d'un propionate de calcium très pur, et la méthylpropylkétone avait été obtenue en distillant un mélange intime de 1^mol de butyrate et de 2^mol d'acétate de calcium. Chacun de ces produits a été soumis à des fractionnements méthodiques, réitérés à l'aide du rectificateur Henninger et Le Bel [1].

» Les propriétés le plus fréquemment invoquées pour caractériser les acétones sont leur densité et leur point d'ébullition. J'ai apporté tous mes soins à déterminer rigoureusement ces données fondamentales.

» Le point d'ébullition a été observé, sous la pression barométrique réduite à zéro, avec un thermomètre de précision dont l'échelle plongeait entièrement dans la vapeur; les points fixes de l'instrument ont été vérifiés avant et après la distillation.

		Sous la pression.
Point d'ébullition de la propione..............	102,7	$H_0 = 760^{mm}$
Point d'ébullition de la méthylpropylkétone.....	102,4	$H_0 = 762^{mm}$

» Les densités ont été prises dans la glace en fusion et dans des bains d'eau maintenus à des températures constantes par un thermorégulateur. Le flacon dont on a fait usage a été exactement jaugé, en tenant compte du poids de l'air déplacé et des variations de volume qu'il subit aux diverses températures. Les résultats obtenus sont rapportés à l'eau à 4° comme unité et expriment les densités absolues.

		De 0° à 35°.
Densité de la propione..........	$D_0 = 0,8335$	$D_t = D_0 - 0,0009731.t$
Densité de la méthylpropylkétone..	$D_0 = 0,8264$	$D_t = D_0 - 0,0009651.t$

» J'ai encore vérifié les réactions suivantes sur ces deux acétones.

» Agitées avec du disulfite de sodium en solution concentrée, elles donnent les composés connus : $C^5H^{10}O, NaHSO^3$. La combinaison de la mé-

---

(1) *Agenda du chimiste*, 1882, p. 348.

thylpropylkétone cristallise immédiatement, mais celle de la propione, étant très soluble, ne se forme qu'avec difficulté.

» L'oxydation par le mélange de dichromate de potassium et d'acide sulfurique les convertit l'une et l'autre en acide acétique et en acide propionique dont l'identité a été constatée par l'analyse des sels d'argent et des sels de calcium.

» Aucune de ces propriétés ou réactions n'établit une ligne de démarcation nette entre ces deux acétones et elles sont insuffisantes pour les distinguer.

» Il en est tout autrement si on les soumet à l'action de l'acide nitrique pour les transformer en acides alkylnitreux; les propriétés et la composition des alkylnitrites de potassium et d'argent, dont on dose si exactement le métal sous forme de chlorures, lèvent tout doute à cet égard. L'expérience démontre que :

» La propione donne de l'acide éthylnitreux, $CH^3 - CAz^2O^4.H$, dont le sel de potassium, d'un beau jaune, se colore en rouge sous l'influence directe des rayons solaires et reprend sa couleur primitive dans l'obscurité; 1^p de ce sel se dissout dans $29^p,1$ d'eau à 0° et dans $19^p,4$ d'eau à 12°; il contient 24,68 K pour 100 (trouvé 24,50 et 24,61). Le sel d'argent, 47,58 pour 100 Ag (trouvé 47,50).

» Avec la méthylpropylkétone on obtient de l'acide propylnitreux, $C^2H^5 - CAz^2O^4.H$. La couleur du sel de potassium est inaltérable par la lumière; 1^p de ce sel exige pour se dissoudre $33^p,4$ d'eau à 0° et $23^p,2$ d'eau à 12°. Il renferme 22,67 K pour 100 (trouvé 22,55 et 22,63). Le sel d'argent, 44,81 pour 100 Ag (trouvé 44,65 et 44,72).

» On voit, par cet exemple, que la réaction dont je recommande l'usage permet de résoudre avec certitude une délicate question d'isomérie. »

M. G.-A. Hirn fait hommage à l'Académie d'un Mémoire qu'il vient de publier, sous le titre : « Exposé d'un moyen de déterminer la température des parties du Soleil inférieures à la photosphère ». (Extrait de la Revue *l'Astronomie*, septembre 1884.)

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Jamin*, nommé Secrétaire perpétuel.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Mascart	obtient	. . . .	48	suffrages.
M. Henri Becquerel	»	. . . .	3	»
M. Le Roux	»	. . . .	3	»
M. Lippmann	»	. . . .	1	»

M. **Mascart**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la transmission de la tuberculose aux grands ruminants*. Note de M. G. Colin, présentée par M. Gosselin.

(Renvoi à la Commission du concours de Médecine et Chirurgie, fondation Montyon.)

« Les inoculations tuberculeuses, qui n'ont guère été pratiquées sur les grands animaux, y offrent un intérêt particulier, à cause des proportions que peuvent prendre leurs effets dans le système lymphatique et un grand nombre de viscères. Le procédé que j'ai employé pour les effectuer consiste à introduire dans le tissu cellulaire, qui est de tous le plus favorable à la conservation et à la multiplication des éléments tuberculeux, une goutte de pulpe avec une lamelle mince de tubercule emprunté à un animal récemment tué. Au voisinage d'un ganglion, où aboutissent de nombreux vaisseaux blancs, l'absorption des éléments virulents se fait sûrement et leur marche est suivie avec facilité. L'insertion dont il s'agit donne les résultats suivants :

» Au point où elle a lieu, une tumeur se développe rapidement et s'ouvre dès la fin de la deuxième semaine; son orifice s'agrandit par ulcération. Il se forme une sorte de caverne béante, à contenu caséeux, comparable à

celles du poumon et dans les parois de laquelle surgissent de nombreuses granulations tuberculeuses. En même temps, le premier ganglion placé sur le trajet de la lymphe provenant du foyer d'inoculation se tuméfie et devient tuberculeux, soit en masse, soit dans une foule de points.

» Ce travail une fois opéré, tout peut s'arrêter là. La caverne s'oblitère ou demeure ouverte; les tubercules de sa coque, comme ceux du ganglion, deviennent plus ou moins crétacés. Le reste du système lymphatique, vaisseaux et ganglions, les membranes séreuses, le poumon, le foie et les autres viscères, ne se chargent d'aucune granulation tuberculeuse. Il n'y a ni fièvre, ni amaigrissement, et la croissance de l'animal se continue proportionnellement à l'abondance de l'alimentation.

» Au contraire, surtout chez le jeune animal dont l'aptitude à la tuberculisation est à son maximum, le travail local peut continuer à s'étendre dans toute la moitié du système lymphatique, correspondant au côté de l'alimentation, jusqu'au point de déversement de la lymphe virulente dans la circulation générale. Ainsi, sur nos bêtes bovines, le tubercule inséré au flanc va envahir successivement le ganglion précrural, les prépelviens, les lombaires, la chaîne satellite de l'aorte postérieure, jusqu'à l'abouchement du canal thoracique ou du tronc lymphatique droit. A compter de ce moment, les éléments tuberculeux arrivés dans le sang se disséminent dans les grandes séreuses, le foie, la rate et surtout dans le poumon, où le tubercule prolifère avec une extrême facilité. Ce dernier, à lui seul, peut se charger de plus de mille tubercules pisiformes, dont un seul représente en poids la matière virulente offerte à l'absorption. Entre le deuxième et le troisième mois, la tuberculisation est déjà si avancée que l'animal cesse de croître, commence à maigrir, à perdre ses forces, à devenir anémique, enfin à présenter les symptômes caractéristiques de la phtisie confirmée.

» Les expériences faites sur les grands animaux donnent le moyen de mesurer exactement la période d'incubation des éléments tuberculeux, de déterminer le temps que les tubercules mettent à passer à l'état de granulations transparentes et celui qu'ils mettent à éprouver leurs divers modes de dégénérescence. »

MÉDECINE. — *Des variations de l'ozone de l'air pendant la dernière épidémie cholérique et des avantages de l'ozonéine*. Note de M. **Onimus**, présentée par M. Robin.

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

« Nous croyons utile d'insister sur les rapports qui ont existé entre la dernière épidémie cholérique et l'état ozonométrique de l'air. Ce rapport paraît évidemment ne pas être une simple coïncidence, car, comme nous l'avons déjà dit, à Paris comme à Marseille, pendant tout le temps de l'épidémie, il y a eu une diminution dans la quantité d'ozone répandu dans l'air. De plus, c'est à partir du moment où, pendant quelques jours, la charge électrique s'est maintenue relativement élevée, qu'il s'est produit une amélioration durable. Mais ce qui frappe le plus, c'est la différence marquée qui existe entre l'état ozonométrique de cette année et celui de l'année dernière.

» Pour Marseille, pendant le mois de juillet, mois pendant lequel l'épidémie a été le plus forte, la moyenne pour cette année est de 0,86, tandis qu'elle était de 2,17 pendant l'année 1883.

» A Paris, la différence est tout aussi marquée, et les chiffres, pris exactement à l'Observatoire de Montsouris, donnent plus de valeur à ces comparaisons. Pour le mois de novembre, mois pendant lequel, à Paris, l'épidémie a été à son maximum, la moyenne ozonométrique est, cette année, de 0,44, tandis qu'elle est de 1,82 pour la même période en 1883. Pendant la première moitié du mois de novembre, la différence est même beaucoup plus considérable, car du 30 octobre au 15 novembre la moyenne n'est que de 0,27, tandis qu'elle est presque de 2,00 pour la première quinzaine du mois de novembre 1883. C'est pendant cette période que la mortalité a été le plus considérable. Actuellement, la proportion d'ozone est bien supérieure à celle du mois dernier, mais elle est encore inférieure à celle de l'année dernière.

» Nous le répétons, nous ne voulons pas tirer de ces faits la conclusion que l'absence de l'ozone est la cause de l'épidémie, mais bien que son absence en favorise l'éclosion.

» D'un autre côté, ce qui est certain, c'est que la présence et surtout la *persistance* de l'ozone sont des conditions excellentes pour arrêter l'épidémie.

» Au point de vue thérapeutique, s'il est très difficile de fabriquer de l'ozone à l'état de gaz, nous devons reconnaître qu'au moyen de l'*ozonéine-Beck*, l'usage de l'ozone, dont ce liquide est saturé, est devenu absolument pratique. Nos expériences sur l'homme et sur les animaux démontrent que ce produit n'a aucun effet fâcheux, même à dose élevée. Son action un peu prolongée influence principalement le système nerveux central, dont il est un agent sédatif. Cette action de l'ozone pourra être utilisée dans bien des cas, mais au point de vue spécial qui nous occupe, si on la rapproche d'autres symptômes du choléra, tels que les crampes, l'affaissement, etc., elle semble démontrer que, dans cette maladie, c'est surtout le système nerveux central qui est comme empoisonné. »

M. A. Dollfus adresse une Communication relative au Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. P. Oury adresse une Note relative à la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *Sirodot*, portant pour titre : « Les Batrachospermes. Organisation, fonctions, développement, classification. » (Présenté par M. Duchartre.)

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la figure des planètes.* Note de M. O. Callandreau, présentée par M. Tisserand.

« Dans le n° 30, Liv. III, de la *Mécanique céleste*, Laplace a démontré que, si la densité des couches de l'ellipsoïde fluide va en diminuant du centre à la surface, les ellipticités varient en sens inverse et augmentent. En effet, si la dérivée $\frac{de}{da}$ [nous employons les notations de M. Tisserand (*Comptes rendus*, 1er septembre et 13 octobre 1884)] venait à s'annuler,

la dérivée seconde $\frac{d^2 e}{da^2}$ serait nécessairement positive dans l'hypothèse $\frac{d\rho}{da} < 0$; par suite, $\frac{de}{da}$ commencerait à croître.

» Comme pour les petites valeurs de a, $\frac{de}{da}$ est en effet positif, il est impossible qu'il change de signe en passant par zéro.

» On peut aller plus loin dans cette voie; une première remarque est la suivante : Supposons $\frac{d^2\rho}{da^2}$ toujours négatif, et calculons $\frac{d^3 e}{da^3}$ dans l'hypothèse $\frac{d^2 e}{da^2} = 0$. On trouve aisément que $\frac{d^3 e}{da^3}$ a le même signe que

$$\left[\int_0^a \frac{d\rho}{da} a^3 da + (\rho a^4)'\right] \int_0^a \frac{d\rho}{da} a^3\, da - \rho a^4 \frac{d\rho}{da} a^3,$$

quantité essentiellement positive; car, si $(\rho a^4)' < 0$, tous les termes de l'expression développée seront positifs, et, dans le cas contraire, on remplace les deux termes

$$(\rho a^4)' \int_0 \frac{d\rho}{da} a^3\, da - \rho a^4 \frac{d\rho}{da} a^3$$

par

$$(\rho a^4)' \left(\frac{1}{4} \frac{d\rho}{da} a^4 - \frac{1}{4} \int_0^a \frac{d^2\rho}{da^2} a^4\, da\right) - \rho a^4 \frac{d\rho}{da} a^3,$$

ce qui se réduit à

$$\frac{1}{4}\left(\frac{d\rho}{da} a^4\right)^2 - \frac{1}{4} (\rho a^4)' \int_0^a \frac{d^2\rho}{da^2} a^4\, da,$$

quantité encore essentiellement positive.

» Si donc $\frac{d^2 e}{da^2}$ est positive pour les petites valeurs de a, elle le sera toujours. Si l'on admet pour la loi des densités une expression telle que

$$\rho = \rho_0 (1 - \alpha a^2 - \beta a^4 - \ldots),$$

la courbe des densités tournant sa concavité vers l'axe des abscisses, suppositions assez conformes à la nature des choses, la courbe des ellipticités sera donc nécessairement convexe du côté de l'axe des abscisses. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une formule trigonométrique d'interpolation, applicable à des valeurs quelconques de la variable indépendante.* Note de M. G. FOURET.

« 1. Le problème dont je vais exposer la solution la plus générale, et dont j'ai déjà résolu des cas particuliers dans deux Notes précédentes (¹), peut s'énoncer de la manière suivante :

» *Trouver l'expression approximative d'une fonction d'une seule variable indépendante, limitée, dans son développement par la série de Fourier, aux* $2n+1$ *premiers termes, qui, pour* $2n+1$ *valeurs données de la variable, prenne* $2n+1$ *valeurs correspondantes également données.*

» La fonction devant être de la forme

$$(1)\qquad A_0 + B_1 \sin x + A_1 \cos x + \ldots + B_n \sin nx + A_n \cos nx = F(x),$$

$F(x)$ s'obtiendra en éliminant $A_0, B_1, A_1, \ldots, B_n, A_n$ entre (1) et les $2n+1$ équations qu'on déduit de (1), en y remplaçant x successivement par les $2n+1$ valeurs données $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_{2n}$, et $F(x)$ par les $2n+1$ valeurs correspondantes $F(\alpha_0), F(\alpha_1), \ldots, F(\alpha_{2n})$.

» Cette élimination repose sur le développement de $2n+1$ déterminants, tels que

$$\Delta = \begin{vmatrix} 1 & \sin a & \cos a & \ldots & \sin na & \cos na \\ 1 & \sin b & \cos b & \ldots & \sin nb & \cos nb \\ \cdot & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ 1 & \sin k & \cos k & \ldots & \sin nk & \cos nk \\ 1 & \sin l & \cos l & \ldots & \sin nl & \cos nl \end{vmatrix}.$$

» Un pareil déterminant se développe assez facilement et se réduit à l'expression monôme très simple

$$\Delta = 4^{n^2} \sin\frac{a-b}{2} \sin\frac{a-c}{2} \cdots \sin\frac{a-l}{2},$$
$$\sin\frac{b-c}{2} \cdots \sin\frac{b-l}{2},$$
$$\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots,$$
$$\sin\frac{k-l}{2}.$$

(¹) Pages 963 et 1011 du présent Volume.

De ce résultat on conclut, en supposant uniquement que les différences des valeurs $\alpha_0, \alpha_1, \ldots, \alpha_{2n}$, prises deux à deux, ne soient ni nulles, ni multiples de 2π,

$$(2)\quad F(x) = \sum_{i=0}^{i=2n} F(\alpha_i) \prod_j \frac{\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_j)}{\sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j)} \qquad (j = 0, 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, 2n).$$

» 2. On peut d'ailleurs arriver à cette formule d'interpolation, sans développer les déterminants analogues à Δ. En effet, on voit *a priori* que $F(x)$ est une fonction linéaire et homogène de $F(\alpha_0)$, $F(\alpha_1)$, $\ldots$, $F(\alpha_{2n})$, et que l'expression qui multiplie l'une quelconque de ces quantités $F(\alpha_i)$ est une fonction linéaire des sinus et cosinus de x et de ses $2n$ premiers multiples. D'ailleurs, on peut supposer cette expression mise sous la forme

$$\frac{\chi\left(\operatorname{tang}\frac{x}{2}\right)}{1+\operatorname{tang}^2\frac{x}{2}},$$

χ désignant un polynôme de degré $2n$ en $\operatorname{tang}\frac{x}{2}$. Or ce polynôme doit s'annuler pour les $2n$ valeurs de x égales à $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_{i-1}, \alpha_{i+1}, \ldots, \alpha_{2n}$, et le coefficient de $F(\alpha_i)$ doit se réduire à l'unité pour $x = \alpha_i$. Ces conditions déterminent complètement ce coefficient, que l'on peut écrire, en attribuant à j successivement les valeurs $0, 1, 2, \ldots, i-1, i+1, \ldots, 2n$,

$$\frac{1+\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\alpha_i}{1+\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}x} \prod_j \frac{\operatorname{tang}\frac{1}{2}x - \operatorname{tang}\frac{1}{2}\alpha_j}{\operatorname{tang}\frac{1}{2}\alpha_i - \operatorname{tang}\frac{1}{2}\alpha_j}$$

ou bien, toute réduction faite,

$$\prod_j \frac{\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_j)}{\sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j)}.$$

» 3. La formule (2) peut aussi s'écrire

$$(3)\qquad F(x) = \prod_{i=0}^{i=2n} \sin\tfrac{1}{2}(x-\alpha_i) \sum_{i=0}^{i=2n} \frac{F(\alpha_i)}{\prod_j \sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j)} \, \frac{1}{\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_i)}.$$

» En posant

$$(4)\qquad G(x) = \prod_{i=0}^{i=2n} \sin\tfrac{1}{2}(x-\alpha_i)$$

et observant que l'on a

$$G'(\alpha_i) = \frac{1}{2} \prod_j \sin\frac{1}{2}(\alpha_i-\alpha_j),$$

on obtient encore

$$(5) \qquad F(x) = G(x) \sum_{i=0}^{i=2n} \frac{F(\alpha_i)}{G'(\alpha_i)} \frac{1}{2\sin\frac{1}{2}(x-\alpha_i)}.$$

» L'analogie frappante, mise en évidence par les expressions (2), (3) et (5), de la formule d'interpolation qui fait l'objet de la présente Note, avec la formule d'interpolation de Lagrange, se poursuit dans les conséquences qui résultent des deux formules. Je me bornerai à deux exemples, en faisant remarquer : 1° que la formule (5) donne la décomposition en éléments simples d'une fonction trigonométrique de la forme $\frac{F(x)}{G(x)}$, dans laquelle $F(x)$ et $G(x)$ ont les expressions indiquées par les égalités (1) et (4); 2° que de cette même formule on déduit l'identité remarquable [1]

$$(6) \qquad \sum_{i=0}^{i=2n} \frac{F(\alpha_i)}{G'(\alpha_i)} = 0,$$

analogue à l'identité bien connue d'Euler, la fonction $F(x)$, qui figure dans (6), étant supposée ne contenir ni $\sin nx$, ni $\cos nx$. De (6), on peut d'ailleurs tirer des identités plus simples, en particularisant $F(x)$, et notamment

$$\sum_{i=0}^{i=2n} \frac{1}{G'(\alpha_i)} = 0.$$

» 4. Je n'insiste pas, pour le moment, sur les diverses applications pratiques de la formule d'interpolation que je viens d'établir, et de celles que j'ai fait connaître antérieurement. Elles me semblent notamment devoir se prêter avec avantage à certains calculs relatifs aux perturbations des planètes.

» Dans le domaine de l'Analyse pure, de même que les formules d'interpolation de Newton et de Lagrange peuvent être envisagées comme conduisant à la limite aux séries de Taylor et de Maclaurin, les formules d'interpolation, auxquelles je suis parvenu, ouvrent la voie à des séries trigonométriques correspondantes, dont la complication apparente sera, dans bien des cas, compensée par l'avantage qu'elles possèdent d'être toujours et rapidement convergentes. J'espère pouvoir communiquer prochainement ces résultats à l'Académie. »

---

(1) Les formules, exposées dans mes Communications des 1er et 8 décembre courant, conduisent pareillement à des identités intéressantes.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les coupures des fonctions.* Note de M. LAGUERRE, présentée par M. Hermite.

« Considérons l'intégrale double

$$F(z) = \int\int \frac{f(x,y,z)}{g(x,y)-z}\,dx,$$

dont le champ est une aire A que, pour fixer les idées, je supposerai simple et où $f(x,y,z)$ et $g(x,y)$ désignent des fonctions réelles qui, quel que soit z, sont finies et bien déterminées dans le champ d'intégration.

» Si, pour certaines valeurs de z, la courbe $g(x,y)=z$ traverse le champ d'intégration, l'intégrale devient infinie, et la fonction $F(z)$, en général finie et déterminée, a pour coupure une portion K de l'axe des x.

» Soit ΔF la différence des valeurs de la fonction aux deux bords de la coupure, en sorte que, z désignant une des valeurs réelles pour lesquelles $F(z)$ est discontinu et λ une quantité infiniment petite positive, on ait

$$\Delta F = F(z+\lambda i) - F(z-\lambda i);$$

en employant la méthode donnée par M. Hermite dans le cas des intégrales simples, un calcul facile donne l'expression suivante de cette différence

$$\Delta F = 2\pi i \int_{x_0}^{x_1} \frac{f(x,y,z)}{g'_y(x,y)}\,dx,$$

où y doit être remplacé par sa valeur tirée de l'équation $g(x,y)=z$; si l'on considère la courbe représentée par cette équation, l'intégrale s'étend tout le long de la portion de cette courbe qui est comprise dans le champ d'intégration, et le facteur $\frac{dx}{g'_y(x,y)}$ doit être pris positivement.

» Soit, comme application, la fonction

$$G(\alpha,\beta;a,b;z) = 1 + \frac{\alpha\beta}{ab}z + \frac{\alpha(\alpha+1)\beta(\beta+1)}{a(a+1)b(b+1)}z^2 + \ldots,$$

qui, pour $b=1$, se réduit à la fonction hypergéométrique $F(\alpha,\beta,a,x)$.

» Sous les conditions $\alpha>0$, $\beta>0$, $a>\alpha$, $b>\beta$, on a

$$\int_{-1}^{+1}\int_{-1}^{+1} \frac{x^{\alpha-2}(1-x)^{a-\alpha-1}y^{\beta-2}(1-y)^{b-\beta-1}\,dx\,dy}{\frac{1}{xy}-z}$$
$$= \frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)\Gamma(a-\alpha)\Gamma(b-\beta)}{\Gamma(a)\Gamma(b)}G(\alpha,\beta;a,b;z).$$

La fonction G est ainsi définie pour tous les points du plan, sauf sur une coupure K allant du point $+1$ au point $+\infty$.

» Le long de cette coupure, on a

$$\frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)\Gamma(a-\alpha)\Gamma(b-\beta)}{\Gamma(a)\Gamma(b)}\Delta G$$
$$= 2i\pi\int_{\frac{1}{z}}^{1} x^{\alpha-1}(1-x)^{a-\alpha-1}y^{\beta}(1-y)^{b-\beta-1}\,dx,$$

où y doit être remplacé par $\frac{1}{zx}$; en posant $x=\frac{1+(1-z)t}{t}$, l'égalité précédente devient

$$\frac{\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)\Gamma(a-\alpha)\Gamma(b-\beta)}{\Gamma(a)\Gamma(b)}\Delta G$$
$$= 2i\pi\, z^{1-a}(z-1)^{a+b-\alpha-\beta-1}\int_0^1 t^{b-\beta-1}(1-t)^{a-\alpha-1}[1-(1-z)t]^{\alpha-b}\,dt,$$

d'où

$$(1)\quad \left\{\begin{aligned}\Delta G &= \frac{2i\pi\,\Gamma(a)\Gamma(b)}{\Gamma(a+b-\alpha-\beta)\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}\\ &\quad\times z^{1-a}(z-1)^{a+b-\alpha-\beta-1}F(b-\alpha, b-\beta, a+b-\alpha-\beta, 1-z).\end{aligned}\right.$$

L'étude de la fonction G, lorsqu'on la prolonge d'une façon continue, se ramène donc à l'étude du prolongement des fonctions élémentaires z^{μ}, $(1-z)^{\mu}$ et de la fonction hypergéométrique.

» Celle-ci est, d'ailleurs, un cas particulier de la fonction G; en faisant $b=1$, on a

$$(2)\quad \left\{\begin{aligned}\Delta F(\alpha,\beta,a,z) &= \frac{2i\pi\,\Gamma(a)}{\Gamma(1+a-\alpha-\beta)\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)}\\ &\quad\times z^{1-a}(z-1)^{a-\alpha-\beta}F(1-\alpha, 1-\beta, 1+a-\alpha-\beta, 1-z),\end{aligned}\right.$$

formule qui, bien qu'établie sous certaines restrictions, subsiste pour toutes les valeurs de α, β et a.

» En particulier, on a

$$(1-z)^{-\mu} = F(\mu, 1, 1, z),$$

la formule précédente donne

$$\Delta F = \frac{2i\pi}{\Gamma(\mu)\Gamma(1-\mu)};$$

d'ailleurs, un calcul direct donne

$$\Delta(1-z)^{-\mu} = 2i\pi\sin\mu\pi,$$

d'où la formule connue

$$\Gamma(\mu)\Gamma(1-\mu)=\frac{\pi}{\sin\mu\pi}.$$

» La formule (1) donne, en permutant les lettres a et b, la relation élémentaire fondamentale

$$(3)\quad \begin{cases} F(b-\alpha, b-\beta, a+b-\alpha-\beta, 1-z) \\ \quad = z^{a-b}F(a-\alpha, a-\beta, a+b-\alpha-\beta, 1-z), \end{cases}$$

et, en combinant cette relation avec la formule (2), on obtient aisément toutes les propriétés de la fonction F.

» On peut trouver une autre expression de ΔF; en désignant, en effet, par m un nombre positif assez grand pour que $m+\alpha$ et $m+\beta$ soient positifs et par F_m l'ensemble des m premiers termes du développement de F (F_m peut se réduire à zéro), on a l'identité

$$F(\alpha,\beta,a,z)=F_m+\frac{\Gamma(a)z^{m-1}}{\Gamma(1+a-\alpha-\beta)\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \times\int_0^1\frac{x^{a-\alpha-\beta}(1-x)^{m+\alpha-1}F(a-\beta,\beta,1+a-\alpha-\beta,x)\,dx}{x-\frac{z-1}{z}},$$

qui définit la fonction F pour tous les points du plan, sauf sur la coupure K.

» Elle suppose seulement $1+a-\alpha-\beta>0$, et la formule connue (3) permet toujours, en introduisant un facteur de la forme $(1-z)^{\mu}$, de supposer que cette condition est remplie.

» La méthode de M. Hermite donne alors immédiatement

$$\Delta F=\frac{2i\pi\Gamma(a)}{\Gamma(1+a-\alpha-\beta)\Gamma(\alpha)\Gamma(\beta)} \times(z-1)^{a-\alpha-\beta}z^{\beta-a}F\left(a-\beta, 1-\beta, 1+a-\alpha-\beta, 1-\frac{1}{z}\right). »$$

PHYSIQUE. — *Photométrie des foyers intenses de lumière.* Note de M. **A. Crova**, présentée par M. Berthelot.

« Une détermination complète de la valeur photométrique d'un foyer intense de lumière (électrique ou solaire) exige la réalisation pratique des conditions suivantes :

» 1° Comparaison de deux lumières de teintes différentes.

» 2° Évaluation de la teinte au moyen d'un facteur numérique.

» 3° Détermination du rapport photométrique d'une source très intense en fonction d'un étalon relativement faible.

» La première question peut être résolue par l'une des deux méthodes que j'ai déjà décrites ([1]), et qui permettent de réduire la comparaison des éclairements totaux à celle de l'intensité relative d'une lumière simple, convenablement choisie, prise dans les deux sources; la plus simple consiste dans l'emploi de la solution de perchlorure de fer et de chlorure de nickel, à travers laquelle on regarde l'écran photométrique; cette méthode, que j'ai indiquée en 1882, a été employée depuis par plusieurs physiciens.

» La solution la plus convenable a la composition suivante :

Perchlorure de fer anhydre sublimé.........	$22^{gr},321$
Chlorure de nickel cristallisé	$27^{gr},191$

dissous dans l'eau distillée, sous un volume total de 100^{cc} à 15°; pour éviter toute possibilité d'une réduction du perchlorure de fer, la solution, saturée de chlore, est renfermée dans une cuve formée d'un anneau en verre dressé, contre lequel sont pressées deux glaces, au moyen d'un cadre en laiton noirci, muni de vis de pression; toute trace de matières organiques doit être évitée avec soin.

» Sous une épaisseur de 7^{mm} environ, cette solution ne laisse passer que les radiations comprises entre les longueurs d'onde 630^{μ} et 534^{μ}, avec un maximum vers 580^{μ}. L'épaisseur augmentant, ces limites se rapprochent, et tendent vers le maximum 580^{μ}, qui est le plus favorable pour la photométrie solaire.

» Sous une épaisseur d'environ 7^{mm}, les radiations simples transmises avec une intensité maxima comprennent largement toutes celles dont la comparaison donne le même rapport que celui des éclairements totaux de l'étalon Carcel par rapport aux sources lumineuses dont la teinte varie entre la plus rouge, qui est celle du carcel, et la plus blanche, qui est celle de la lumière solaire.

» En second lieu, j'ai déjà montré ([2]) comment l'emploi du spectrophotomètre permet d'exprimer la température d'une source lumineuse en degrés optiques arbitraires. Dans la pratique, la teinte peut être facilement représentée au moyen de deux déterminations photométriques successives :

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIII, p. 512, et t. XCVI, p. 1271.

([2]) *Comptes rendus*, t. XC, p. 252, et t. XCII, p. 70.

l'une, obtenue en regardant l'écran photométrique de Foucault à travers la solution 580, donne le rapport des intensités; l'autre, faite en plaçant devant l'œil un verre rouge à l'oxydule de cuivre, qui laisse passer les radiations comprises entre 726^{μ} et 752^{μ}, avec un maximum à 650^{μ}, donne un rapport d'autant plus inférieur au précédent, que la teinte de la lumière comparée au carcel est plus blanche. Le quotient de la première détermination par la seconde permet de caractériser la teinte; il est d'autant plus grand que la lumière est plus blanche, il est égal à l'unité pour les sources de même teinte que le carcel; pour une lampe à incandescence, il a varié, dans mes expériences, de 1,05 à 1,23, selon l'intensité du courant, pendant que l'intensité lumineuse s'élevait de 1,1 à 3,2 carcels. On exprimera ces intensités en fonction de l'étalon de lumière de M. Violle, adopté par le Congrès des Électriciens, en le divisant par le facteur 2,08.

» Pour les lampes à arc, le coefficient qui représente la teinte est encore plus grand; il a atteint les valeurs 1,5 à 1,7 dans les conditions dans lesquelles j'ai opéré, c'est-à-dire avec un régulateur Serrin, muni de charbons Carré à mèche, de 12^{mm} de diamètre, actionné par une machine Gramme, type d'atelier, donnant des intensités de 230 à 320 carcels, en dépensant entre les pointes un travail électrique de 150^{kgm} à 166^{kgm} par seconde. Il est probable que, avec des intensités plus grandes, la teinte serait représentée par des nombres encore plus élevés.

» Avec la lumière solaire, les teintes sont représentées par des nombres croissant avec la hauteur du Soleil et plus élevés que les précédents.

» Le facteur numérique qui caractérise la teinte permet de la définir et de la retrouver facilement; on peut notamment suivre la marche des lampes à incandescence en fonction de l'énergie électrique dépensée, et arrêter le degré d'incandescence et de blancheur de la lumière à une limite supérieure, exprimée par un coefficient numérique qui détermine les meilleures conditions d'intensité et de blancheur compatibles avec une durée suffisamment longue de service de la lampe.

» Enfin la troisième condition peut être réalisée très facilement par l'emploi d'un photomètre que je me propose de décrire prochainement. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur quelques procédés de spectroscopie pratique.* Note de M. **Eug. Demarçay**, présentée par M. A. Cornu.

« L'étincelle de la bobine, que j'ai décrite précédemment, est arrêtée par une couche mince d'une solution même très conductrice. On arrive

facilement à en obtenir le spectre en employant une petite mèche métallique formée de fils de platine de $0^{mm},15$ dont on tord ensemble huit brins. Cette cordelette est alors roulée en un cercle de 5^{mm} à 6^{mm} de diamètre et l'on en recourbe l'extrémité perpendiculairement au plan du cercle, de façon à dépasser de 3^{mm} à 4^{mm} au plus le niveau du liquide. On pose la mèche dans une petite cuiller de platine, qui reçoit la solution à étudier (une goutte suffit), de façon que son extrémité soit visible au-dessus du bord. On peut encore la poser dans un tube analogue à ceux de M. Lecoq, en ayant soin que le cercle de base de la mèche touche le fil qui traverse le fond du tube. Entre l'extrémité de cette mèche et un gros fil de platine qui sert d'électrode positive, on fait jaillir l'étincelle qui ne doit pas avoir plus de $0^{mm},50$ à $0^{mm},25$, et peut être encore plus courte sans inconvénient [1].

» Les solutions dont on se sert peuvent être quelconques, mais elles doivent être peu concentrées. Autrement il se forme à l'extrémité de la mèche un champignon de matière solide qui masque bientôt l'étincelle. On n'a pas, d'ailleurs, de raison spéciale de le faire, la sensibilité de la réaction spectrale, ainsi obtenue, étant véritablement extraordinaire et dépassant, en général, de beaucoup celle dont on a besoin. Les mèches doivent, pour cette raison, être nettoyées avec grand soin, par l'eau régale faible, ou fusion au bisulfate, ou l'acide fluorhydrique, suivant les cas. Il en est de même du gros fil.

» La nature du dissolvant n'est pas indifférente pour la recherche de tel ou tel corps. Sa dissolution doit être *stable*. Faute d'avoir pris cette précaution, M. Thalèn, malgré ses moyens puissants, n'a pu obtenir certains spectres qui, pourtant, se manifestent avec éclat et sans difficulté. Il convient notamment d'employer l'acide fluorhydrique pour la recherche du niobium et du tantale : il est aussi préférable de l'employer pour celle du silicium et du tungstène. Sa présence ne gêne pas la production des autres

---

[1] J'avais trouvé l'emploi d'une mèche métallique avantageuse pour examiner avec une étincelle condensée très courte ($0^{mm},5$ au plus, bobine ordinaire) les solutions métalliques, lorsque j'ai eu connaissance, par le beau travail de M. Hartley, paru dans les *Philosophical Transactions* (1884), que ce savant l'avait imaginé avant moi. Toutefois il l'emploie dans des conditions bien différentes et inadmissibles pour les recherches courantes. Les électrodes de graphite, qui lui ont rendu de grands services, sont très rapidement brûlées dans les conditions où j'opère. La distance interpolaire augmentant, l'étincelle ne passe plus. Elle ne peut, en effet, franchir plus de 1^{mm} à $1^{mm},5$ quand l'une des électrodes est humectée par capillarité de liquide.

spectres et donne même de l'éclat à certains d'entre eux (métaux alcalins).

» Les spectres de tous les corps simples s'obtiennent ainsi sans difficulté, même les plus réfractaires (iridium, tantale, uranium, osmium, etc.) Ce sont, en général, des spectres de lignes fines dont la partie violette a surtout un éclat extrême. Il paraît pourtant un spectre de bandes si la solution métallique en donne un, mais les lignes étroites sont toujours très prédominantes.

» Certains métalloïdes (arsenic, tellure, sélénium) ne donnent leur spectre qu'avec difficulté ; on s'en aperçoit à ce que le spectre du solvant et celui des électrodes apparaissent, tandis que d'habitude ils sont absents, à moins que la quantité du métal présent ne soit par trop faible.

» Les acides sulfurique, sélénique, phosphorique, arsénique, donnent les spectres de ligne du soufre, du sélénium, etc. Mais une très faible quantité de métal en solution suffit à les faire disparaître totalement.

» Les acides des halogènes donnent lieu aux mêmes observations. L'acide azotique donne, mais très mal, le spectre secondaire de l'azote; une trace de métal suffit à le faire évanouir.

» Le spectre de l'hydrogène est représenté par les deux raies rouge et bleue, qui sont assez nettes, peu élargies et ne gênent pas.

» Les solutions alcalines des acides métalliques donnent à la fois les spectres des deux métaux.

» Tous ces spectres paraissent très voisins de ceux de l'arc électrique, ainsi qu'il ressort de l'examen de ceux du sodium et du potassium. Ils sont en effet identiques aux spectres remarquables qu'ont obtenus par cette voie MM. Liveing et Dewar (*Proceedings Roy. Soc.*, 1881). La seule différence consiste en ce que pour le potassium ces trois dernières bandes sont très nébuleuses, tandis que ces savants les ont observées à l'état de groupes de lignes. De même les trois derniers groupes de doubles raies du sodium sont représentés par de grosses raies nébuleuses. De plus les groupes les plus intenses de MM. Liveing et Dewar correspondent à ceux que j'ai obtenus le moins intenses, et, réciproquement; sans doute, en augmentant la puissance de la pile, on obtiendrait une identité complète. »

CHIMIE. — *Attraction s'exerçant entre les corps en dissolution et les corps solides immergés.* Note de M. J. THOULET, présentée par M. Berthelot.

« Lorsqu'un sel est mis en dissolution dans un liquide et qu'on immerge dans la solution un corps solide, il se produit entre ces deux corps une attraction indépendante de toute action chimique.

» I. Pour le prouver, on prépare une série de solutions aqueuses de chlorure de sodium et de chlorure de baryum par exemple, on en titre la teneur en sel, on y dépose une certaine quantité de corps solide n'ayant aucune action chimique sur le sel, marbre blanc, kaolin, quartz, on laisse en contact pendant un certain temps et on titre de nouveau la solution. On reconnaît que le titre a toujours diminué, de sorte qu'il y a eu fixation à la surface du solide d'une certaine quantité de sel.

Corps en présence.	Titre avant contact (en grammes par litre.)	Titre après contact (en grammes par litre.)	Corps dosé.
Marbre blanc, NaCl.......	80,419	80,093	NaCl par Cl
» »	80,605	80,465	»
» »	80,175	79,890	»
Kaolin, NaCl...........	80,419	79,482	»
Quartz, BaCl...........	135,69	134,26	BaCl par Ba
»	108,55	107,31	»
»	67,84	67,28	»
»	27,14	26,49	»

» On remarquera que le rapport entre le titre après contact et le titre avant contact, quoique le premier soit constamment inférieur au second, n'est pas identique dans les diverses analyses se rapportant aux deux mêmes corps en présence. Ces différences tiennent au titre de la solution type, au degré de température au moment du phénomène et à la nature des corps eux-mêmes. Nous nous réservons d'étudier séparément chacune de ces influences, ainsi que le temps nécessaire pour que le phénomène s'accomplisse. Nous nous bornons actuellement à établir le fait d'une attraction analogue à celle que M. Chevreul a autrefois désignée sous le nom d'*affinité capillaire*, et à confirmer ce fait par une série de preuves physiques.

» II. Un certain poids ($3^{gr},1$) de marbre blanc, concassé et sec, est déposé dans un petit creuset de platine; on détermine, par la méthode de la balance hydrostatique (procédé Damour), la densité D du système

représenté par le creuset et le marbre, dans l'alcool de densité d. Cette densité est donc prise *par rapport à l'alcool*.

» On prépare une solution concentrée de carbonate de potasse, dans l'eau ayant une densité d'. La densité calculée que devra posséder le creuset avec le marbre qu'il contient, par rapport à la solution de carbonate de potasse, sera $D\frac{d}{d'}$. En faisant l'expérience, on trouve une densité plus grande ; on est donc conduit à admettre que, dans le second cas, le corps plongé dans le carbonate de potasse en dissolution était, non pas le creuset et le marbre, mais le creuset, le marbre et une certaine quantité de carbonate de potasse primitivement dissous et qui s'est ensuite fixé sur le corps immergé.

» On pourrait peut-être objecter, dans ce cas, l'hypothèse d'une combinaison chimique entre le marbre et le carbonate de potasse.

» III. On a respectivement plongé, dans de la liqueur d'iodures contenus dans trois tubes longs et étroits, des grains de quartz, de verre et de marbre, passés au tamis calibré et ayant pour diamètre, les gros $0^{mm},9$, les petits $0^{mm},15$. On établit l'équilibre par addition d'eau, on ferme les tubes à la lampe, on plonge dans un vase rempli d'eau afin d'éviter les variations brusques de température. En supposant les grains sphériques, les volumes varient comme les cubes des rayons, tandis que les surfaces varient comme les carrés de ces mêmes rayons; pour un même volume, la surface sera donc proportionnellement plus grande pour un petit grain que pour un gros. Si l'attraction exercée par le solide immergé sur le solide en dissolution se fait en raison directe de la surface de ce solide immergé, il sera impossible de mettre simultanément en flottaison les gros grains et les petits; la flottaison étant établie pour les gros, les petits se comporteront comme s'ils étaient plus lourds, c'est-à-dire tomberont au fond.

» C'est ce que démontre l'expérience, sauf pour le marbre, dont tous les grains, selon la densité de la liqueur, montent ou tombent en même temps, parce que, ces grains étant poreux, leurs surfaces sont à peu près proportionnelles aux volumes, quels que soient d'ailleurs ces volumes.

» IV. On prend du lignite compact, pulvérisé en grains de mêmes dimensions que les précédents; on en place la moitié (gros et petits mélangés) dans de l'acide sulfurique pur, convenablement étendu d'eau distillée. Le liquide ne contenant aucun sel en dissolution, tous les grains tombent en même temps. On place la seconde moitié dans la liqueur d'iodures

étendue d'eau; au degré de concentration convenable, les petits grains tombent, tandis que les gros restent à la surface.

» Il y a donc attraction, et cette attraction est proportionnelle à la surface du solide immergé. Ainsi s'expliqueraient les phénomènes suivants :

» 1. Impureté de la plupart des précipités chimiques et principalement des précipités gélatineux (considérations générales servant d'introduction aux procédés d'analyse par voie moyenne de H. Sainte-Claire Deville).

» 2. Affaiblissement du titre des solutions salines décolorées par le noir animal (alcaloïdes); mode d'action des matières colloïdales (sang, albumine), employées à la clarification des liquides.

» 3. Purification des eaux de surface devenues eaux de source; clarification des eaux d'égout et de fumier par filtration à travers le sol (applications à l'Agriculture).

» 4. Les argiles qui restent indéfiniment en suspension dans l'eau distillée se précipitent rapidement dans les eaux contenant des sels en dissolution (sédiments à l'embouchure des fleuves, etc. Travaux de MM. Schlœsing et H. Mangon, expériences de M. Sidell sur les eaux du Mississipi, etc.) »

CHIMIE. — *Sur la dissociation de l'hydrate de chlore.* Note de M. H. Le Chatelier.

« Les tensions de vaporisation et de dissociation varient avec la température suivant la relation bien connue, déduite du principe de Carnot,

$$\frac{E}{T}\frac{Q}{S-\sigma}=\frac{dp}{dt},$$

dans laquelle Q et $S-\sigma$ représentent la quantité de chaleur dégagée, et la variation de volume produite par la transformation d'une même quantité de matière.

» Cette équation montre que, si, par suite d'une élévation de température progressive, la chaleur de transformation Q vient à changer brusquement, comme cela arrive lors du passage d'un des corps en présence par son point de fusion, $\frac{dp}{dt}$, c'est-à-dire le coefficient angulaire de la tangente à la courbe des pressions, changera également brusquement.

» Les recherches faites par Regnault sur les tensions de vapeur d'un

même corps à l'état solide et liquide n'ont pas permis de vérifier expérimentalement cette conséquence de la Thermodynamique. Les tensions de vapeur des solides et leurs chaleurs de fusion sont généralement assez faibles pour que la perturbation signalée ici ne dépasse pas l'ordre de grandeur des erreurs d'expériences.

» J'ai pensé que, parmi les phénomènes de dissociation, il pourrait y en avoir quelques-uns se prêtant mieux à cette vérification. La décomposition de l'hydrate de chlore Cl + 10HO réunit toutes les conditions désirables; la tension de dissociation de ce corps est considérable à 0°, ainsi que cela résulte des expériences de M. Isambert [1], et sa chaleur de formation éprouve la variation énorme de $7^{cal},15$, suivant qu'on le prépare en partant de l'eau liquide ou de l'eau solide. La courbe des tensions de dissociation de ce corps doit donc présenter un changement brusque de direction au point de congélation de l'eau; c'est en effet le résultat que m'a donné l'expérience.

» En refroidissant progressivement de l'hydrate de chlore au contact d'une atmosphère de chlore, on voit la tension de ce gaz diminuer régulièrement jusqu'à une température variable d'une expérience à l'autre et généralement comprise entre -4° et -7°. A ce moment, la pression du chlore augmente brusquement de $0^{m},20$ de mercure environ, puis redescend avec rapidité pour venir se fixer à quelques centimètres au-dessus de son point de départ. Par un nouveau refroidissement, la pression recommence à baisser régulièrement. Ce phénomène résulte de la solidification brusque de l'eau qui est restée en surfusion; la température s'élève momentanément par suite de ce changement d'état et amène un accroissement correspondant de pression. L'équilibre de température rétabli, la tension du chlore reprend la valeur normale correspondant à la dissociation de l'hydrate avec formation d'eau solide, valeur supérieure à celle correspondant à la formation d'eau liquide.

» En réchauffant ensuite l'hydrate, on voit la pression augmenter régulièrement jusque vers -1°, température au voisinage de laquelle elle reste quelque temps stationnaire pendant la fusion de la glace qui arrête momentanément l'élévation de température. On n'observe pas, à ce moment, de changement brusque de pression, ce qui indique que le passage de l'état solide à l'état liquide à la *température d'équilibre* n'amène pas de modification appréciable des tensions de dissociation, pas plus qu'il ne le fait pour

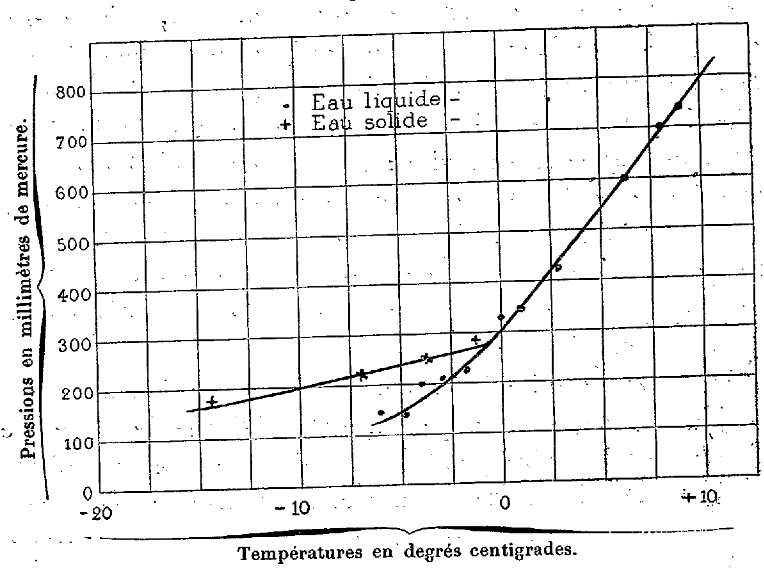
[1] *Comptes rendus*, 1878, p. 481.

les tensions de vapeur. Il modifie seulement la loi de variation de ces tensions, de sorte qu'elles deviennent différentes pour les températures autres que celle d'équilibre, à la température de — 6°, par exemple, dans l'expérience rapportée plus haut.

» Voici les résultats des déterminations numériques que j'ai faites :

Eau liquide.		Eau solide.	
Températures.	Pression.	Température.	Pression.
+ 9°	746mm	— 1°	290mm
+ 8	700	— 3,5	262
+ 3	420	— 7	230
+ 1	340	— 14	175
0	320		
— 1	290		
— 2	230		
— 3	210		
— 4	205		
— 5	146		
— 6	153		

» On voit très nettement sur ce graphique l'existence de deux courbes



distinctes correspondant l'une à l'état solide et l'autre à l'état liquide de l'eau et se coupant sous un angle vif comme le veut la théorie. On pourrait même, en partant de l'équation fondamentale, chercher à calculer les

deux chaleurs de formation de l'hydrate et vérifier si leur différence est bien de $7^{cal},15$; mais les variations de pression au-dessous du point de congélation de l'eau sont trop lentes pour que l'on puisse considérer la valeur du coefficient angulaire de la tangente, comme déterminée avec une approximation suffisante, et l'on ne saurait tirer d'un semblable calcul que des conclusions tout à fait illusoires.

» Voici, quoi qu'il en soit, les résultats auxquels il conduit :

$Cl + 10HO$ (liquide).....	$14^{cal},3$
$Cl + 10HO$ (solide)......	$6^{cal},0$
Différence..........	$8^{cal},3$

» Ce nombre ne diffère que de 1^{cal} de sa valeur théorique; c'est là une concordance supérieure à celle qu'il était permis d'espérer, d'autant plus que dans ce calcul il n'a pas été tenu compte de la variation du coefficient de solubilité du chlore qui altère à la fois Q et $S - \sigma$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude de la brucine.* Note de M. **Oechsner de Coninck**, présentée par M. Friedel.

« J'ai eu l'honneur, il y aura bientôt deux ans, de communiquer à l'Académie la découverte d'une base appartenant à une série nouvelle et formée dans la réaction de la potasse caustique sur la cinchonine ([1]). Cette base, possédant la composition d'une tétrahydroquinoléine $C^9H^{11}Az$, a été décrite comme l'isomère de celle qui résulte de l'hydrogénation directe de la quinoléine.

» Après de longues recherches, je viens de la retrouver dans les huiles de brucine (ou *quinoléine lourde*) ([2]); elle y est contenue en plus petite quantité que dans les huiles de cinchonine.

» Pour l'isoler, j'ai dû exécuter une longue série de fractionnements sur lesquels je ne reviendrai pas, les ayant décrits tout au long dans un Mémoire antérieur ([3]).

» La tétrahydroquinoléine dérivée de la brucine constitue, à l'état de pureté, un liquide oléagineux, incolore, très limpide, très réfringent,

([1]) *Comptes rendus*, séance du 9 janvier 1882.

([2]) On prépare la quinoléine lourde en attaquant la brucine par un excès de potasse caustique.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, décembre 1882, p. 475 et suivantes.

se colorant peu à la lumière; elle est douée d'une odeur plus douce que celle de la quinoléine, rappelant à la fois l'odeur de cette base et de l'indol. Peu hygroscopique, elle se dissout à peine dans l'eau, mais elle est très soluble dans l'éther, dans l'alcool, dans les acides. Sa densité à 0° se rapproche de celle de la quinoléine (1,10). Elle bout vers 215°.

» J'ai déterminé sa densité de vapeur au moyen de l'appareil de Meyer, dans la vapeur de diphénylamine :

Densité de vapeur théorique pour la formule $C^9H^{11}Az$.	Trouvé pour 100.
4,60	4,75
	4,66

» Le chlorhydrate $C^9H^{11}Az, HCl$ est un sel blanc, très hygroscopique, cristallisé en belles aiguilles fines et brillantes.

» Le chloroplatinate se présente sous la forme d'une poudre cristalline rouge orangé. Ce sel, peu stable, se transforme rapidement en un sel modifié, ou bien il est complètement réduit, comme je l'ai déjà montré.

Analyses.

Théorie pour la formule $(C^9H^{11}Az, HCl)^2 + PtCl^4$.	Pour 100.	Trouvé pour 100.
C	31,85	31,42
H	3,54	3,70
Pt	29,05	28,50
		28,65
Cl	31,41	30,97

» Il est impossible de préparer le chloraurate. La base libre, ou en solution chlorhydrique fortement acide, réduit presque instantanément le chlorure d'or, le perchlorure de fer, le tétrachlorure d'étain.

» Cette tétrahydroquinoléine, on le voit, se rapproche d'une manière remarquable par ses propriétés des dihydrures pyridiques qui sont aussi doués d'un pouvoir réducteur énergique, dont les sels de platine sont modifiés sous les plus faibles influences, dont les sels d'or sont décomposés aussitôt formés.

» Il semble donc qu'il y ait une gradation dans la stabilité de l'hydrogène qui se fixe, naturellement ou artificiellement, sur les alcaloïdes pyridiques et quinoléiques. Pour la mettre en évidence, il suffit de rappeler les caractères suivants :

» Les *dihydrures* pyridiques sont des composés réducteurs et remarquablement instables.

» Les *tétrahydrures* quinoléiques présentent les mêmes propriétés, mais un peu moins marquées.

» Les *hexahydrures* pyridiques, qui constituent soit les alcaloïdes volatils (pipéridine, cicutine, nicotine), soit leurs isomères directs [1], sont des composés non réducteurs, d'une stabilité beaucoup plus grande, mais renfermant un certain nombre d'atomes d'hydrogène pouvant être plus facilement séparés de la molécule. A l'appui de cette manière de voir, je citerai les intéressantes recherches de M. Etard qui a montré que la nicotine, à la température relativement peu élevée de 240°, est partiellement décomposée par l'oxyde mercurique avec formation d'eau. Quelques expériences faites avec les alcaloïdes pyridiques et le même oxyde ne m'ont donné que des résultats négatifs.

» Il est donc permis de supposer que, dans la nicotine (*hexahydrure de dipyridyle*), c'est l'hydrogène d'addition qui est le premier attaqué.

» Un fait plus important se dégage de l'existence, dans les huiles de brucine, de la base qui vient d'être décrite, et ce fait le voici :

» *Comme la cinchonine, la brucine renferme dans sa molécule un tétrahydrure quinoléique.*

» Ainsi se trouve une fois de plus confirmée l'hypothèse de M. Wischnegradsky, d'après laquelle « les bases pyridiques et quinoléiques existent à » l'état d'hydrures dans les alcaloïdes fixes. »

» Si l'on n'a pas isolé de dihydrures pyridiques dans les mêmes conditions, c'est sans aucun doute parce qu'ils sont détruits, à mesure qu'ils se forment, par l'action oxydante de la potasse. La quantité si minime de tétrahydroquinoléine trouvée dans les huiles de cinchonine et de brucine n'est évidemment qu'un résidu ayant échappé à l'oxydation [2]. »

---

(1) J'entends par isomères directs ceux qui se forment par addition directe de l'hydrogène aux alcaloïdes pyridiques : tel est l'hexahydrure de β-collidine. La paraconicine, qui prend naissance dans la réaction de l'aldéhyde butyrique sur l'ammoniaque, appartient à une autre série d'isomères.

(2) Laboratoire de Chimie organique de la Faculté des Sciences.

EMBRYOGÉNIE. — *Sur la formation de la coque des œufs du* Scyllium canicula *et du* Scyllium catulus. Note de M. É. PERRAVEX, présentée par M. Robin.

« La glande de l'oviducte des Sélaciens ou glande nidamenteuse fut étudiée par Bruch (en 1860, dans un Mémoire présenté à la Faculté de Strasbourg) qui, après en avoir fait une anatomie, lui assigna comme rôle la formation de la coque de l'œuf. Depuis cette époque, les travaux des divers auteurs qui ont traité de cette question, d'accord en cela avec les données posées par M. Bruch, admettent dans la glande trois parties, qui se différencient sur des coupes longitudinales par les colorations diverses qu'elles prennent sous l'influence du picrocarmin, et dont la moyenne serait destinée uniquement à la formation de la coque. C'est ce point particulier que j'ai cherché à élucider.

» Si l'on fait une coupe dans une région quelconque de la coque d'un œuf de *Scyllium*, on voit immédiatement que cette paroi transparente se compose de couches emboîtées les unes dans les autres et intimement unies. Cet aspect peu ordinaire me fit rechercher si, dans la région moyenne de la glande nidamenteuse (qui, dès longtemps, avait été signalée comme finement striée), n'existait pas un dispositif spécial qui donnait cet aspect feuilleté à la membrane indiquée.

» La région striée se compose, en effet, d'une série de lames, placées les unes à côté des autres, à la façon des lames d'un volet, et entre lesquelles viennent s'ouvrir une quantité considérable de cæcums ou tubes glandulaires plus longs dans la région inférieure de la glande que dans sa région supérieure, et qui y déversent la matière constitutive de la coque. Ces tubes sont tapissés par un épithélium cylindrique, à cellules longues remplies de granulations très réfringentes, qui ne sont nullement des granulations graisseuses, puisqu'elles résistent aux dissolvants ordinaires des graisses. Elles sont supportées par un réseau conjonctif formant des mailles dans les parois desquelles circulent un très grand nombre de vaisseaux sanguins.

» Les lames conservent comme charpente interne le tissu conjonctif qui forme le squelette général de la glande, mais leur épithélium, qui se raccorde exactement avec celui des tubes, est tout différent. Il se compose de cellules polyédriques allongées, serrées fortement les unes contre les

autres, portant à leur partie inférieure un gros noyau et à leur partie supérieure de grands cils vibratiles.

» Comment se fera, dès lors, la coque en forme de violon, terminé par deux longs fils à ses extrémités? L'œuf tombant des ovaires et descendant par l'une des branches de l'oviducte, se réduisant seulement à son vitellus, entr'ouvre la partie supérieure de la glande où il prend sa couche albumineuse. Mais, pendant ce temps, les deux grandes parois de la partie moyenne, n'étant pas écartées l'une de l'autre, ne laissent passer la matière cornée, qui suinte entre les lames, que sur leurs deux bords seulement et l'obligent ainsi, en s'écoulant dans un espace presque cylindrique, à s'étirer en fil. Mais, dès que l'œuf arrive dans la région moyenne, l'écartement des parois permet aux lames de se relever, et la matière, glissant entre elles, donne des feuillets cornés, qui, s'emboîtant les uns dans les autres, se soudent (grâce à leur plasticité) sur la région inférieure pour former le front antérieur de l'œuf. Tant qu'il descendra, cette opération se continue, mais, dès qu'il a pu franchir le col de la glande et pénétrer dans l'utérus, le phénomène inverse va se produire, et sous l'influence de son élasticité, la glande, revenant sur elle-même, applique l'une sur l'autre ses deux surfaces planes, et, par cela même, abat les lames sur les ouvertures des tubes glandulaires. La sécrétion de la coque ne va donc plus se faire que dans les régions externes dans deux lumières cylindriques qui mouleront la matière suivant deux longs fils.

» Ces conclusions, tirées de la constitution anatomique de la glande, furent pleinement confirmées par une observation que j'ai pu faire en juillet dernier. Je trouvai, en effet, dans une glande nidamenteuse de *Scyllium canicula* un œuf à demi engagé; les cornes antérieures et la partie inférieure seules étaient formées et la matière cornée s'arrêtait au niveau des lames, entre lesquelles elle sortait à la façon d'une matière plastique qu'une pression obligerait à filtrer au travers d'un volet.

» *Epithélium de l'oviducte.* — L'épithélium à cils vibratiles, qui règne, non seulement dans l'intérieur de la glande, mais encore dans toute l'étendue de la trompe, se complique d'un élément nouveau au delà de la glande, dans l'oviducte. Un traitement de quelques jours par le liquide de Muller de cette région plissée de l'oviducte donne, par une dilacération facile, de grosses cellules caliciformes très renflées et des cellules à cils vibratiles. Un examen de face de l'épithélium, surtout après nitratation, montre ces cellules en grand nombre disposées entre des cellules à cils vibratiles

peu différentes, quant à la forme, des cellules épithéliales de l'intérieur de la glande.

» En examinant l'épithélium dans l'oviducte, en gagnant progressivement le cloaque, on continue à retrouver ces mêmes cellules caliciformes dans les deux tiers de sa longueur, mais leur nombre va sans cesse en diminuant et leur forme tend à être de moins en moins globuleuse. L'épithélium vibratile fait place dans cette région, par transition ménagée, à un épithélium prismatique non vibratile, à longues cellules à noyaux irréguliers, contenant une matière grisâtre finement granuleuse. Cette région prend donc un aspect homogène et ne contient plus de cellules caliciformes. »

EMBRYOGÉNIE. — *Sur le développement des* Chelifer. Note de M. J. BARROIS, présentée par M. Ch. Robin.

« Le développement des *Chelifer* s'écarte de celui des autres Arachnides par l'existence d'un état larvaire encore peu connu, que Metschnikoff a décrit comme présentant : 1° à l'extérieur une lèvre musculaire, deux paires de membres et un abdomen rudimentaire; 2° à l'intérieur une masse de vitellus nutritif. Mes recherches m'ont conduit à reconnaître une structure plus compliquée.

» Le nombre de paires de pattes est en réalité de cinq; toutes les paires futures existent déjà, sauf la première, mais elles sont complètement impropres à la locomotion et ne consistent qu'en de simples saillies de l'exoderme.

» Le vitellus nutritif est entouré d'une couche de grosses cellules exodermiques et précédé d'un volumineux appareil de succion formé de deux lames chitineuses accolées, qui s'écartent sous l'action d'une puissante masse musculaire située en avant (la lèvre musculaire de Metschnikoff). Cet appareil de succion débouche sur la face ventrale entre les deux grosses pinces (deuxième paire) par une ouverture buccale munie d'une paire de glandes particulières et bien différente de la bouche définitive. Tout cet ensemble forme un appareil digestif apte à fonctionner chez la larve mûre, et qui fonctionne, en réalité, pour faire passer les liquides nutritifs empruntés à l'organisme matériel à l'intérieur de la larve. Cette dernière est donc un véritable organisme parasite qui vit aux dépens de la mère, sur la face ventrale de laquelle il est fixé.

» Plus tard, cet appareil de succion est destiné à tomber. Son mode d'élimination constitue l'un des traits les plus caractéristiques du développement.

» Chez le *Chelifer*, la gouttière nerveuse, au lieu de former, comme les autres Arthropodes, une seule bandelette continue, depuis la tête jusqu'à la queue, se compose de deux bandelettes séparées, situées l'une en avant et l'autre en arrière de l'appareil de succion.

» Plus tard, ces bandelettes s'accroissent, se portent à la rencontre l'une de l'autre et s'allongent au-dessus de l'appareil de succion, qu'elles entourent ainsi d'une manière complète en le déprimant vers le bas; elles l'excluent ainsi peu à peu du corps de l'embryon.

» Lorsque les deux bandelettes se trouvent enfin rejointes en une seule bande continue, qui parcourt toute la face ventrale, l'appareil de succion se trouve entièrement rejeté en dehors; il finit par ne plus être rattaché à l'embryon que par un cordon grêle inséré au-dessous de la bouche définitive et y tombe en même temps que l'enveloppe larvaire. »

ANATOMIE. — *Structure de l'appareil digestif des Insectes de la tribu des Vésicants.* Note de M. H. Beauregard, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La Note que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie résume les recherches que j'ai entreprises dans le but de compléter les notions assez sommaires sur l'appareil digestif des Insectes de la tribu des Vésicants, que l'on doit aux travaux de Ramhdor, Audouin, Dufour, etc.

» J'ai étendu mes investigations aux principaux genres du groupe et me suis attaché à étudier leur appareil digestif au double point de vue anatomique et histologique. Les détails ci-dessous concernent les espèces : *Cantharis vesicatoria, Epicauta verticalis* (Illig.), *Lytta Fabricii, L. atrata, Meloe majalis, M. proscarabæus, M. americanus, Mylabris 4-punctata, Myl. melanura, Sitaris muralis, Cerocoma Schreberi, Zonitis mutica.*

» De même que chez la plupart des Insectes herbivores on peut reconnaître dans le tube digestif des Vésicants trois régions bien distinctes, savoir : 1° un œsophage (préintestin); 2° un estomac (intestin moyen) et un intestin proprement dit (postintestin). Ces 3 parties se caractérisent par leur structure histologique, et sont, de plus, nettement délimitées par deux valvules qui occupent les extrémités antérieure et postérieure de l'estomac.

» La première, que j'appellerai *valvule cardiaque*, prend parfois un développement considérable, et ressemble par certains côtés à celle qu'on observe chez les Orthoptères. Chez l'*Epicauta verticalis* par exemple, cette valvule, qui s'enfonce très avant dans la cavité de l'estomac, consiste essentiellement en six replis cornés en forme de gouttière, accolés d'abord deux à deux, puis qui se séparent pour limiter les bords de trois lobes chitineux inégaux, allongés, proéminents dans l'estomac ([1]). Des muscles particuliers, un sphincter formé par un renforcement des muscles circulaires de l'œsophage, et trois faisceaux obliques, président aux mouvements de contraction et de dilatation de cette valvule.

» J'ai retrouvé une disposition tout à fait semblable chez les *Lytta Fabricii* et *atrata*, particularité qui n'est pas sans intérêt au point de vue systématique, en ce qu'elle prouve les rapports intimes qui existent entre ces deux genres.

» Au contraire, dans le genre Cantharis (*Cantharis vesicatoria*) qu'on tend à réunir sous une dénomination commune aux genres précédents, la structure de la valvule cardiaque est tout à fait distincte. Ici, en effet, elle n'est qu'un court prolongement cylindrique de l'œsophage, dont le bord libre est festonné et dont la surface présente huit replis, dont quatre du premier ordre sont élevés, étalés en forme de feuilles, et quatre de deuxième ordre sont plus petits et compris dans les intervalles que laissent entre eux les premiers. Cette structure, dans ses détails essentiels, se rapproche beaucoup de celle qu'on observe chez *Mylabris 4-punctata* et *M. melanura*.

» Un troisième type nous est offert par le groupe des Meloe. Chez le *Meloe majalis*, par exemple, la valvule cardiaque est encore formée de huit replis, dont quatre primaires et quatre secondaires; mais les premiers, très larges, sont formés chacun de deux lames recourbées en gouttière et adossées, noires et de consistance cornée.

» 4° Une structure analogue, sauf un épaississement moindre des replis, s'observe chez le *Meloe americanus* et le *Meloe proscarabæus*. Enfin, chez le *Cerocoma Schreberi*, la valvule cardiaque est réduite à sa plus simple expression; c'est un court prolongement de l'œsophage dont le bord libre est épaissi, et où les replis n'ont qu'une importance très secondaire. Le régime de ces insectes, qui se nourrissent de pollen, est d'ailleurs en parfait accord avec le peu de développement de cet appareil de trituration.

([1]) Je ne donne ici qu'une description succincte, qui sera complétée dans le Mémoire que je prépare sur les insectes vésicants.

» J'ai dit qu'une deuxième valvule existe à l'extrémité pylorique de l'estomac. Elle consiste, chez les espèces où il m'a été possible de l'étudier, en un certain nombre de replis épais (six, en général), sortes de nodules qui forment une couronne munie d'un sphincter.

» Le mode d'union de l'œsophage à l'estomac me semble n'avoir pas encore attiré l'attention des anatomistes; voici ce que j'ai observé d'une façon constante. Toute la portion de la valvule cardiaque qui proémine dans l'estomac est doublée extérieurement par une enveloppe formée, en dehors, d'une épaisse lame chitineuse hyaline, et, en dedans, par une couche de cellules épithéliales.

» La lame chitineuse est en continuité, d'une part avec la chitine de la valvule, d'autre part avec la cuticule qui recouvre l'épithélium de l'estomac. Quant à la couche épithéliale, elle appartient à la muqueuse de l'estomac. Au point où les cellules qui la forment se continuent avec celles de la muqueuse, elles sont très hautes et forment une sorte de bourrelet, puis elles s'aplatissent peu à peu jusqu'au voisinage du bord libre de la valvule, où elles deviennent peu apparentes.

» La structure histologique du tube digestif m'a présenté certaines particularités, parmi lesquelles je noterai : 1° relativement à l'intima ou cuticule interne, la présence de plis hérissés de prolongements en forme de poils aigus, qui apparaissent dans trois régions, savoir, dans la portion terminale de l'œsophage, dans la portion de l'intestin qui fait immédiatement suite à la valvule pylorique, et enfin dans la portion tout à fait terminale de cet intestin.

» La cuticule de l'estomac est généralement assez épaisse et poreuse. Ces pores, parfois très développés, divisent la cuticule en petits bâtonnets qui rappellent absolument l'apparence des cils des épithéliums vibratiles.

» 2° L'épithélium de l'estomac est formé de cellules ordinairement cylindriques, au milieu desquelles on aperçoit des éléments évidemment glandulaires, comparables à des cellules muqueuses ou à des cellules caliciformes. Ces éléments sont particulièrement nombreux dans la région pylorique. Dans la trame conjonctive sous-jacente à cet épithélium, on aperçoit de nombreux follicules clos. La muqueuse forme des replis circulaires très saillants dans la cavité de l'estomac, et qui se traduisent au dehors par l'aspect strié transversalement que présente l'estomac chez la plupart des insectes vésicants.

» Enfin, l'épithélium de l'intestin est généralement formé de grosses cel-

lules sphériques, et ce n'est que dans sa portion terminale, là où apparaissent les replis chitineux hérissés, que ces cellules deviennent peu apparentes, comme celles de l'œsophage. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Sur l'anatomie des pédoncules, comparée à celle des axes ordinaires et à celle des pétioles.* Note de M. E. **Laborie**, présentée par M. P. Duchartre.

« Dans une précédente Note, j'ai résumé les principaux caractères anatomiques des rameaux à fruits de quelques arbres de la famille des Pomacées. Les particularités qu'offre la structure de ces axes m'ayant paru déterminées par l'influence qu'exerce la production des fleurs, j'ai étudié, sur un assez grand nombre d'espèces, l'organisation des parties axiles, qui, d'une manière plus ou moins directe, sont en rapport avec les organes floraux. Plusieurs anatomistes, parmi lesquels il faut en première ligne citer MM. Chatin et Van Tieghem, ont déjà publié sur ce sujet des observations de la plus haute importance.

» Les conclusions que je crois pouvoir tirer de mes recherches sont les suivantes :

» L'organisation des axes floraux (pédoncules, pédicelles) diffère très fréquemment de celle des autres membres de la plante.

» Des différences qu'on observe, les unes, qu'on peut nommer *essentielles,* se retrouvent toutes les fois que la structure des pédoncules n'est pas identique à celle des tiges; les autres, accessoires en quelque sorte, varient avec les espèces. Les premières portent sur la constitution même des tissus ou des systèmes de tissus qu'on retrouve dans tous les axes et sur leur importance relative. Les secondes tiennent soit à l'absence dans les pédoncules de quelque tissu de la tige, soit à la présence de parties ou d'éléments qu'elle ne possède point. Quelques indications sommaires serviront à préciser ces propositions.

» A. *Caractères essentiels.* — On observe en général dans les pédoncules :

» 1° Un grand développement de l'Écorce (*Hibiscus syriacus,* L.; *Antirrhinum majus,* L.; etc.).

» 2° Une organisation du faisceau libéro-ligneux caractérisée :

» Dans sa portion externe, par une augmentation fréquente du diamètre des fibres, augmentation indépendante de leur nombre, qui peut être

diminué (*Cornus sanguinea*, L.; *Catalpa Bignonioides*, Walt.); ou bien accru (*Lathyrus sylvestris*);

» Dans sa portion interne, par une réduction très marquée du nombre et du calibre des gros vaisseaux (*Dolichos sinensis*, L.; *Vitis vinifera* L.; etc.)

» 3° Enfin le peu d'étendue de la moelle (*Aquilegia vulgaris* L.; *Gratiola officinalis*, L.; *Quercus pedunculata*, etc.).

» B. *Caractères accessoires.* — Divers tissus, certains éléments de la tige ne se retrouvent pas toujours dans les pédoncules.

» Ainsi on y constate la disparition du suber (*Lonicera alpigena* L.; *Ribes malvaceus* L.), des cellules à chlorophylle (*Aristolochia Sipho*), des fibres libériennes (*Citrus Aurantium*, *Pastinaca pratensis* Jord.; *Maclura aurantiaca*, etc.), des cellules scléreuses qui souvent sont mêlées aux fibres du liber (*Styphnolobium japonicum*).

» Parfois enfin on remarque que le nombre de certaines parties supplémentaires est diminué. Faisceaux renversés des *Calycanthus*. (*Cal. macrophyllus*).

» Au contraire, les Pédoncules de diverses espèces possèdent des tissus ou des éléments qui manquent à la tige; par exemple : les fibres libériennes (*Thymus vulgaris*); les cellules spéciales formant réseau (*Acacia cultriformis*).

» Quelquefois encore on y peut rencontrer des parties dont la tige est dépourvue. Faisceaux supplémentaires (*Paratropia terebinthacea*).

» Ces modifications sont parfois en rapport avec la grandeur des organes floraux, avec le volume ou la consistance du fruit; mais le plus souvent on ne peut les rattacher qu'à la fonction de ces organes.

» En effet, si on compare les pédoncules aux pétioles, on reconnaît que la différence la plus marquée et la plus constante qui les distingue est due au nombre et au calibre des gros vaisseaux du bois. Autant ils sont rares et petits dans les premiers, autant ils sont multipliés et larges dans les seconds.

» Au point de vue de la sexualité, l'influence de la fleur sur l'organisation des pédoncules se traduit parfois par des caractères bien tranchés. Ainsi les pédoncules des fleurs femelles de certaines espèces monoïques possèdent toujours une écorce plus épaisse, un anneau ligneux mieux organisé et pourvu de vaisseaux plus grands, sinon plus nombreux, que les pédoncules des fleurs mâles (*Castanea vulgaris*, *Juglans regia* L., etc.).

» Cette observation prête quelque appui à celle que j'ai faite sur les tiges des plantes dioïques, où j'ai cru reconnaître des différences sexuelles

à peu près de même nature, mais peu sensibles et par conséquent très sujettes à contestation.

» En résumé, les axes floraux présentent des modifications plus ou moins profondes, plus ou moins étendues, qui traduisent en quelque sorte l'influence qu'exerce la production des fleurs et nous donnent pour ainsi dire la mesure de sa valeur.

» Cette influence peut être nulle, ou du moins paraître telle.

» Souvent elle ne dépasse pas les supports immédiats de la fleur ou du moins les divers membres de l'inflorescence (*Pavia rubra*, Lmk., *Vitis vinifera*, etc.).

» Et dans quelques plantes enfin elle se fait sentir jusque sur les rameaux qui donnent naissance aux axes floraux, pour y provoquer soit une modification partielle (*Ribes malvaceus*), soit une différenciation complète (rameaux à fruit du Poirier, du Pommier, du *Salisburia Gingko*, etc.). »

TÉRATOLOGIE VÉGÉTALE. — *Deux cas de monstruosités mycologiques.* Note de M. Éd. Heckel, présentée par M. P. Duchartre.

« Dans une récente récolte de Champignons provenant du massif montagneux des Maures (Var), j'ai trouvé une production tératologique d'un certain intérêt, fournie par une espèce très commune dans notre région, le *Lactarius deliciosus*, Fries. Ce spécimen présentait dans son chapeau la monstruosité suivante. Non adhérent par ses bords au pédicule sur un point seulement de sa périphérie, ce chapeau forme corps avec ce support dans tout le reste de son pourtour. Des lames hyméniales normales n'apparaissant dans aucun point de la masse oviforme ainsi constituée, je constatai, sur une coupe transversale de ce chapeau, que le mycélium piléen demeuré normal porte, en réalité, des lamelles soudées en une masse fongueuse compacte par leurs bords libres et par plusieurs points de leurs faces parallèles, de manière à laisser entre elles quelques points de solution de continuité. Ces intervalles libres, peu nombreux, constituent autant de cryptes dans lesquelles les terminaisons de l'hypha sont couronnées par des spores en tout semblables par leurs formes, leurs dimensions ($0^{mm},01009$) et leur disposition au sommet des basides, aux spores portées par les feuillets hyméniaux normaux. Ces cryptes ne s'ouvrant pas, la dissémination des spores est devenue absolument irréalisable, du moins par les procédés propres aux Agaricinées; il en résulte donc que l'altération tératologique rendrait l'espèce inféconde si le phénomène se généralisait.

» Sous l'influence de quelles conditions s'est formée cette monstruosité? Rien dans la nature du substratum ne saurait l'indiquer, car le sujet monstre était entouré de Champignons parfaitement normaux nés sur le même mycélium. Il semblerait toutefois qu'elle peut résulter d'une inclusion hypogée trop longtemps prolongée et d'une compression anormale de la terre avoisinante, durcie outre mesure sous l'influence de la sécheresse automnale particulière à l'année 1884, dans notre zone.

» Certaines tribus de Champignons, les *Gastéromycètes*, par exemple, présentent, à l'état ordinaire, l'inclusion de spores, due ici à une condition tératologique; on pourrait dès lors en conclure que la loi formulée par Moquin-Tandon, il y a un demi-siècle, pour ce qui touche aux Phanérogames, à savoir que *les déformations monstrueuses ne sont que la reproduction d'états normaux fixés dans d'autres espèces*, est aussi applicable aux Cryptogames.

» Je dois à M. le capitaine Sarrazin une autre production tératologique non moins intéressante. Il s'agit d'un *Polyporus betulinus*, Fries, recueilli dans les bois des environs de Senlis.

» Constituée par deux parties en apparence dissemblables et spécifiquement distinctes, quoique juxtaposées sur le même plan et soudées par leurs bords, la monstruosité est formée par un seul chapeau dont la substance a été étranglée en un point. Ces deux parties d'un même tout sont absolument différentes l'une de l'autre. Tandis que la seconde partie est absolument normale, la première présente une altération tératologique singulière. Ses deux faces brunâtres, supérieure et inférieure, sont couvertes de spores. A la face supérieure, les tubes sont longs, inclinés, à bords dentés et lacérés. A la face inférieure, ils sont verticaux et courts : les uns et les autres portent des spores normales. La première manière d'être des tubes a évidemment pour but une protection plus efficace des spores qui, sur la face supérieure, sont plus exposées aux agents extérieurs.

» Séparée de la précédente par un étranglement qui marque bien manifestement la transition d'un état à l'autre, la deuxième portion du Champignon est absolument normale et répond à la description des auteurs concernant le *Polyporus betulinus*. En somme, le piléus unique est formé de deux parties, l'une monstrueuse par *production d'un hyménium sur l'une et l'autre face*, l'autre normale, c'est-à-dire pourvue d'un hyménium inférieur protégé.

» Pour s'expliquer cette déformation, il suffit de se rapporter au mode de vie de cette espèce. Elle forme des agrégats d'individus sur l'écorce des

Pins et disposés par étages successifs se recouvrant partiellement les uns les autres. Or on sait, depuis les expériences de M. Patouillard (*Revue mycologique*, 1883, p. 167), qu'il peut se former des pores anormaux, sous certaines conditions, sur une portion quelconque d'hyménium de Polypore mis à nu. Il faut admettre que la première partie du Champignon, protégée ainsi qu'il vient d'être dit, s'est trouvée dans ces conditions et que, plus tard, le chapeau, par suite de son développement, étant sorti des limites de la protection du Champignon placé à l'étage supérieur, ces conditions ont fait défaut; il en est résulté un Champignon normal, c'est-à-dire de la forme qui répond morphologiquement aux influences cosmiques les plus ordinaires.

» Cette dernière monstruosité présente un double intérêt : 1° elle met en évidence la valeur expérimentale des recherches sur la formation anormale des pores; 2° elle montre que les Champignons, même supérieurs, doués d'une grande plasticité de formes, subissent promptement l'impression du plexus des forces ambiantes. »

PALÉONTOLOGIE. — *Caractères génériques du* Pleuraspidotherium, *Mammifère de l'éocène inférieur des environs de Reims*. Note de M. V. LEMOINE, présentée par M. A. Gaudry.

« En 1878, j'ai proposé le nom de *Pleuraspidothérium* pour un nouveau genre de Mammifère provenant de la faune cernaysienne des environs de Reims. Ses molaires semblaient indiquer des relations à la fois avec les mammifères anciens du groupe des Paléothériens, par suite du nombre et de la disposition des denticules dentaires, et avec certains Marsupiaux actuels, par suite de l'inclinaison latérale de ces mêmes parties de la dent. J'ai pu depuis recueillir la presque totalité du squelette et un certain nombre de têtes presque intactes, et ces nouvelles découvertes sont venues confirmer mes premiers rapprochements, de telle sorte que le Pleuraspidotherium peut être comparé à la fois au *Pachynolophus Gaudryi* de la faune des sables à Térédines et au *Phalangista vulpina* (*Trichosurus vulpinus*), Marsupial actuel de la Nouvelle-Galles et des côtes septentrionales et occidentales de l'Australie qui, d'après Paul Gervais, offre lui-même des affinités incontestables avec certains Lémuriens, notamment avec le Galago.

» La formule dentaire générale est effectivement identique chez le Pleur-

aspidothérium et chez le Phalangiste. Nous trouvons chez l'un, comme chez l'autre, à la mâchoire supérieure, trois paires de grandes incisives qui vont diminuant d'avant en arrière, une petite barre, une petite canine suivie d'une première prémolaire fort grêle, une nouvelle barre suivie de cinq molaires en rangée continue. Ces molaires, il est vrai, par leur configuration générale, se rapprochent singulièrement des mêmes dents du Pachynolophe, avec cette remarque que la dernière molaire offre une atrophie presque complète de son tubercule postéro-interne. La mâchoire inférieure présente chez le Pleuraspidothérium une grande incisive inclinée qui devait venir se mettre en contact avec les incisives supérieures, comme chez les Phalangistins, les Pétauristins, les Phascolarctins et les Macropodes actuels. Mais, entre les deux grandes incisives du Pleuraspidothérium, s'intercalent deux paires d'incisives fort petites qui manquent chez les Marsupiaux précités. Les incisives du Pleuraspidothérium sont suivies, à la mâchoire inférieure, d'une canine et d'une première prémolaire fort petite, auxquelles fait suite une barre. Puis viennent cinq molaires en rangée continue; celles-ci rappellent d'autre part singulièrement les mêmes dents du Pachynolophe, sauf que la dernière molaire manque complètement de talon.

» La face du Pleuraspidothérium est remarquable par le développement des intermaxillaires, des os nasaux et l'ossification presque complète de la voûte palatine, qui ne présente que deux hiatus ovalaires.

» La mâchoire inférieure offre une large commissure comme chez le Pachynolophe, et un développement tout spécial de la branche postérieure qui rappelle le Phalangista, sauf que l'angle postérieur n'est pas incliné en dedans comme chez les Marsupiaux.

» Le frontal, petit et déprimé, semble présenter à sa jonction avec le nasal une paire de pièces séparées, peut-être assimilables à des frontaux antérieurs. La crête sagittale est saillante. Les pariétaux sont étroits et remarquables par leurs nombreuses perforations. Il y a un interpariétal. Le temporal se subdivise en un mastoïdien, un rocher et un squamosal bien distincts. Le cadre du tympan paraît avoir été libre de toute soudure comme chez les Marsupiaux actuels. J'ai pu également étudier le limaçon, les canaux semi-circulaires, et les divers canaux qui traversent le rocher. L'occipital se subdivise en une partie sus-occipitale, deux ex-occipitaux et un basi-occipital qui, parfois, semble présenter une division antérieure ou basiotique.

» Les vertèbres cervicales offrent une apophyse épineuse peu saillante

et bien différente de la même partie si développée chez certains Marsupiaux. Les vertèbres dorsales sont petites par rapport aux vertèbres lombaires. Le sacrum est composé de deux vertèbres soudées. Les vertèbres caudales, par leurs dimensions et leur forme, rappellent les mêmes parties du Phalangista. Il paraît y avoir eu également chez le Pleuraspidothérium de petits os en V.

» Les côtes ont leur caractère normal, ainsi que les os de l'épaule et du bassin; il semble y avoir eu une clavicule. Nous n'avons pas trouvé de traces d'insertion pour des os marsupiaux. Les trois os du bassin sont intimement soudés au niveau de la cavité cotyloïde. L'humérus et le fémur ont de l'analogie dans leur conformation réciproque. L'humérus est bien remarquable par le développement de sa crête antérieure et de son épitrochlée; il ne présente pas de perforation. Le fémur a un troisième trochanter bien accentué. Le cubitus et le tibia offrent beaucoup d'analogie comme forme et comme courbure. L'olécrâne est relativement développé. L'extrémité inférieure du cubitus, malgré sa forme convexe, se compare assez facilement à l'extrémité inférieure du tibia dont le plan, par son obliquité, rappelle la même partie du Phalangista. L'extrémité supérieure du radius semble avoir été peu mobile. L'extrémité inférieure du même os est assez simple comme surface articulaire. L'extrémité inférieure du péroné emboîtait largement la partie correspondante de l'astragale, et devait même prendre un point d'appui sur le calcanéum, qui offre, en effet, de chaque côté une large oreillette. La forme générale du calcanéum s'éloigne du type marsupial, ainsi que la forme générale de l'astragale; celle-ci est bien remarquable par la présence d'une perforation constante qui semble résulter de la soudure non encore complète de deux os, constituant cette partie de l'os du pied. Nous trouvons également une facette calcanéenne postérieure bien développée. Les métatarsiens étaient notablement plus allongés que les métacarpiens. Il devait y avoir cinq doigts à la main et au pied, et le pouce paraît avoir été opposable, surtout au pied. Les phalanges onguéales sont des plus remarquables par leur forme compliquée, qui rappelle à la fois la même partie chez les onguiculés, soit à ongles crochus comme dans le type ordinaire, soit à ongles aplatis comme chez les lémuriens et chez les ongulés à doigts multiples. En effet, la face dorsale de cette phalange est mince et courbée, et aboutit à une sorte de semelle plate, constituée par deux oreillettes présentant chacune trois sortes de petites digitations. »

GÉOLOGIE. — *Fossiles du terrain houiller, trouvés dans le puits de recherche de Lubière (bassin de Brassac).* Note de M. **Grand'Eury**, présentée par M. Hébert.

« Vers le milieu de l'année 1883, M. Daubrée présenta une Note, qui fut insérée dans les *Comptes rendus*, sur le sondage de Rilhac, dans lequel le terrain houiller avait été atteint au-dessous du terrain tertiaire, à plus de 3^{km} des exploitations. Les quelques Cordaïtes, ramenées au jour avec les roches triturées par la sonde, ne permirent pas de déterminer le niveau relatif du système de couches rencontrées.

» Dans la même Note, il est fait mention d'un puits de recherche entrepris à Lubière en même temps que le sondage de Rilhac.

» Or, ce puits a atteint dernièrement le terrain houiller à 212^{m} de profondeur; il traverse maintenant un faisceau de couches de houille qui semblent devoir être supérieures aux couches de Bouxhors, les plus élevées de la partie visible du bassin de Brassac.

» Les fossiles végétaux trouvés jusqu'ici au puits de Lubière ont, en effet, un caractère général plus récent que ceux faisant du système de Bouxhors un dépôt probablement contemporain des couches moyennes du bassin de la Loire. J'ai notamment reconnu dans les schistes de ce puits un certain nombre d'espèces propres aux couches supérieures de ce bassin, savoir :

» *Sphenophyllum angustifolium*, Ger.; *Pecopteris Biotii*, Br.; *Pecop. hemitelioides* et *Alethopteroides* (nombreux tous deux); *Pecop. Cyathea*, Br.; *Cordaicarpus cordiformis*, *Calamodendron cruciatum*, avec beaucoup de *Psaronius radices*, *Ptychopteris macrodiscus*; *Dory-Cordaites palmæformis*; *Poa-Cordaites linearis*, etc.

» Il est vrai qu'avec ces fossiles il s'en trouve d'autres communs à plusieurs étages du plateau central, tels que :

» *Annularia longifolia* et *sphenophylloides*; *Calamites cannæformis*; *Pecopteris unita*; *Cordaites borassifolius*; *Rhabdocarpus tunicatus*, etc.

» Mais, par leurs formes et combinaison, les débris fossiles n'en paraissent pas moins démontrer que le puits de Lubière a découvert des couches de houille supérieures à celles exploitées dans le bassin de Brassac.

» Les schistes et la houille sont de nature et de qualité à corroborer l'indication fournie par les fossiles : les schistes sont plus argileux et le charbon contient plus de matières volatiles à Lubière qu'à Bouxhors; la

houille de Lubière a l'aspect terne et le léger reflet bleuâtre du charbon à gaz; de plus, elle ne dégage pas de grisou comme à Bouxhors.

» Tout s'accorde ainsi pour établir que le puits de recherche de Lubière est tombé sur des couches différentes de celles de Bouxhors et supérieures à ces dernières. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la recrudescence périodique des lueurs crépusculaires.* Note de M. **J.-J. Landerer**, présentée par M. Janssen.

« Les lueurs crépusculaires, qui avaient perdu de leur intensité depuis plusieurs mois, se sont ranimées dans ces derniers jours[1]. Un quart d'heure après le coucher du Soleil ($5^h 50^m$, temps local), une teinte rouge brillante s'étend sur un espace ayant la forme d'un ovale dont le grand axe est horizontal et mesure $42°$; le petit axe est vertical et mesure $8°$; le centre plane à $8°$ au-dessus de l'horizon et passe par le plan vertical contenant le Soleil. Quelques minutes après, toute la région sud-ouest de l'horizon s'est teintée de rouge foncé. A une heure, par des journées très belles, le cercle rouge-cuivre qui entoure le Soleil est très visible; son demi-diamètre apparent conserve toujours la même valeur ($20°$); l'espace situé en dedans brille d'une clarté blanc bleuâtre.

» La recrudescence du phénomène, précisément à la même époque de l'année, semble confirmer plutôt l'idée d'une origine cosmique que celle d'une origine volcanique. Il est impossible, ce me semble, de ne pas y voir la connexion, soit avec l'essaim de météores dont les coordonnées des points radiants sont $Æ = 7^h$ et 10^h; $D = +30°$ et $+41°$, soit avec celui de la comète Biéla-Gambart.

» L'éclat de l'espace situé en dedans du cercle rougeâtre entourant le Soleil est une raison qui semble aussi contredire l'idée d'une origine volcanique, car si cet anneau provenait de la réfraction dans des cristaux placés de manière à donner le minimum de déviation, l'espace devrait être plus sombre à l'intérieur qu'à l'extérieur, ce qui est contraire aux faits.

» Donnée utile pour l'étude de ces phénomènes : l'altitude de Tortose, d'où j'observe, est de 30^m. »

M. **F.-A. Mora** adresse un instrument destiné à permettre de diviser facilement une circonférence ou un angle en un nombre quelconque de parties égales.

---

(1) La Lettre de l'auteur porte la date du 11 décembre 1884.

M. F. Sautreaux adresse une Note sur la nature de la queue des comètes.

M. Miech adresse une Note dans laquelle il propose l'emploi du chlore pour détruire le grisou.

A 4 heures et quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

Rapport sur le concours du prix Bordin (¹).

(Commissaires : MM. Bertrand, Hermite, Bouquet, Darboux; Jordan rapporteur.)

« L'Académie avait proposé comme sujet de concours pour le prix Bordin en 1884 la question suivante :

Étude générale du problème des déblais et remblais de Monge.

» Cinq Mémoires ont été transmis au Secrétariat. Presque tous sont des œuvres intéressantes et révèlent un talent distingué; dans aucun d'eux, toutefois, la question proposée n'a été traitée d'une manière assez complète pour qu'il y ait lieu de décerner dès à présent le prix. En effet, tandis que les uns effleurent à peine la question du remblai des volumes, qui constitue la partie la plus difficile et la plus intéressante de cette théorie, d'autres ne renferment que des formules analytiques, sans aucune interprétation géométrique des résultats obtenus. Il s'est enfin glissé dans quelques-uns d'entre eux des inexactitudes assez graves.

» En présence de cette situation, la Commission propose de proroger le concours d'une année, en fixant au 15 novembre 1885 la date extrême à laquelle les Mémoires devront avoir été transmis à l'Académie.

» Les résultats déjà obtenus donnent à la Commission l'espoir fondé de se trouver à cette époque en présence de travaux qu'elle puisse louer sans restriction. »

(¹) L'Académie a décidé que, pour faire parvenir aux concurrents la décision qu'elle a adoptée, ce Rapport serait imprimé dans le Compte rendu de la séance.

La Section d'Economie rurale présente la liste suivante de candidats à la place vacante dans son sein par suite du décès de M. *Paul Thenard*.

En première ligne	M. **Jules Reiset**.
En seconde ligne et par ordre alphabétique.	M. **Le Bel**. M. **Dehérain**. M. **Duclaux**. M. **Aimé Girard**. M. **Müntz**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

ERRATA.

(Séance du 8 septembre 1884.)

Page 444, ligne 3, *au lieu de* pain, *lisez* foin.
» ligne 12, *au lieu de* congélation, *lisez* coagulation.
» ligne 18, *au lieu de* le premier aliment, *lisez* la pulpe.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 22 DÉCEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse l'ampliation du Décret par lequel le Président de la République approuve l'élection de M. *Mascart*, pour remplir, dans la Section de Physique, la place laissée vacante par la nomination de M. Jamin comme Secrétaire perpétuel.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Mascart** prend place parmi ses Confrères.

THERMOCHIMIE. — *Nouvelle méthode pour la mesure de la chaleur de combustion du charbon et des composés organiques;* par MM. **Berthelot** et **Vieille.**

« La détermination de la chaleur de combustion du charbon et des composés organiques offre de grandes difficultés, dues à ces deux causes :

que la combustion par un courant d'oxygène exige un temps assez long et, par suite, comporte une correction notable; et surtout qu'elle n'est jamais complète et donne constamment naissance à une certaine dose d'oxyde de carbone et de carbures d'hydrogène incomplètement brûlés. La dernière circonstance notamment a entraîné des erreurs considérables dans les premières mesures qui ont été faites de la chaleur de combustion du carbone par Dulong et, par suite, dans la discussion de l'origine de la chaleur animale.

» Favre et Silbermann, lors de leurs nombreuses déterminations, ont paré à cette cause d'erreur en faisant passer les gaz de la combustion (privés d'acide carbonique) sur une colonne d'oxyde de cuivre, de façon à les oxyder complètement et à peser l'acide carbonique et l'eau de nouvelle formation. Mais ce procédé même ne fournit pas une correction absolument rigoureuse, car celle-ci varie avec la nature des gaz combustibles ([1]). Il entraîne d'ailleurs une très grande complication dans les appareils : la combustion calorimétrique et la combustion analytique complémentaire devant être conduites parallèlement, par deux personnes distinctes.

» C'est pour obvier à ces difficultés et pour tâcher d'annuler les corrections que l'un de nous a imaginé la bombe calorimétrique ([2]), dans laquelle la combustion s'opère par détonation : ce qui la rend à la fois totale et instantanée. Il a mesuré par cette voie la chaleur de combustion de tous les gaz hydrocarbonés et des composés organiques volatils les plus importants.

» Mais cette méthode ne s'applique pas aux charbons, ni aux composés fixes ou peu volatils. L'étude des charbons et dérivés divers des hydrates de carbone offrait d'ailleurs pour nous un intérêt tout particulier, à cause du rôle que ces matières présentent dans la fabrication de la poudre, et dans la formation des composés nitriques explosifs. C'est ainsi que nous avons été conduits à imaginer de nouvelles dispositions, qui permissent de brûler un corps hydrocarboné, quel qu'il fût, dans la bombe calorimétrique; toujours à volume constant, dans un intervalle de temps extrêmement court, et sans les corrections auxiliaires, dues à une combustion imparfaite.

» Nous avons trouvé qu'on y parvient en effet en opérant dans l'oxygène

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 245.
([2]) *Sur la force des matières explosives*, t. I, p. 225.

comprimé à 7 atmosphères environ, et avec un poids de combustible tel, que la proportion d'oxygène consommé ne surpasse pas 30 à 40 centièmes de sa quantité initiale. Ces conditions sont faciles à réaliser au moyen d'une petite pompe de compression; elles s'appliquent à tout corps qui n'émet pas des vapeurs douées d'une tension sensible à la température ordinaire.

» L'inflammation peut être produite au moyen d'un fil métallique rougi par l'électricité ([1]); une fois commencée, elle s'accomplit en quelques secondes, parfois même avec un bruit spécial, analogue à celui qui résulte d'une explosion en vase clos.

» Aussi la mesure calorimétrique proprement dite ne dure-t-elle pas plus de 3 à 4 minutes; au lieu des 15 à 25 minutes exigées par les méthodes anciennes. La combustion est d'ailleurs totale, comme nous l'avons vérifié en recueillant ensuite les gaz produits et en absorbant l'acide carbonique par la potasse.

» Le résidu ne renferme aucun gaz combustible, d'après des analyses faites à un millième près. Cette condition cesse d'être réalisée, lorsque la proportion de l'oxygène consommé surpasse la moitié de sa quantité initiale : on voit alors apparaître l'oxyde de carbone et les produits ordinaires d'une combustion incomplète.

» On obtient ainsi la chaleur de combustion à volume constant. Pour le carbone pur, elle est la même que la chaleur de combustion à pression constante, l'acide carbonique remplaçant l'oxygène, à volumes gazeux égaux. Mais, pour les composés hydrocarbonés, l'oxygène employé à la formation de l'eau disparaissant sans donner lieu à un volume égal de vapeur d'eau, si l'on veut obtenir la chaleur de combustion à pression constante, il y a lieu à faire les corrections ordinaires indiquées par la théorie ([2]). Dans ces corrections, il est permis d'admettre que l'eau fournie se condense entièrement sous forme liquide, pourvu que l'on ait soin que l'oxygène primitif soit saturé de vapeur d'eau, avant d'être introduit dans la bombe : circonstance grâce à laquelle celle-ci renferme même un peu d'eau condensée sur ses parois pendant la compression.

» Nous nous bornerons à donner aujourd'hui la détermination de la

---

([1]) Par exemple, une spirale de fer pesant 2 à 3 centièmes de poids du charbon et dont la chaleur de combustion (oxyde magnétique) s'élève au plus à un deux-centième de celle du charbon.

([2]) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 115.

chaleur de combustion de la cellulose (coton), et celle de divers charbons employés dans la fabrication de la poudre. On a opéré sur un poids connu de charbon séché à l'étuve, poids voisin de $0^{gr},500$. L'analyse de chaque charbon (carbone, hydrogène et cendres) a été faite à l'avance et séparément.

CHALEUR DE COMBUSTION A VOLUME CONSTANT.

Cellulose (coton). Pour 1^{gr} (matière sèche, cendres déduites)	$4^{Cal},200$: moyenne de deux déterminations.
Pour $1^{éq} = 162^{gr}$	$679^{Cal},8$ $681^{Cal},0$
Moyenne	$680^{Cal},4$

» On en tire, pour la chaleur de combustion à pression constante (l'eau supposée liquide) : $681^{Cal},8$.

» Nous avons déduit, il y a quelques années, des expériences de MM. Vieille et Sarrau sur le coton-poudre, ce résultat : que la chaleur de combustion du coton devait être voisine de $4^{Cal},140$ sous l'unité de poids. M. Gottlieb a trouvé récemment par la méthode ordinaire 4,155.

» La concordance de tous ces chiffres montre que ce nombre important peut être regardé comme connu avec une exactitude suffisante.

» Si l'on compare la chaleur de combustion de la cellulose avec celle du carbone (rapporté au diamant) qu'elle renferme, celle-ci étant, pour $C^{12} = 72^{gr}$, égale à 564^{Cal}, on constate en faveur de la cellulose un excès de $117^{Cal},8$, c'est-à-dire d'un cinquième environ. Les hydrates de carbone renferment donc un excès d'énergie, par rapport au carbone et à l'eau qu'ils peuvent fournir par leur décomposition; l'excès rapporté au carbone, $C^2 = 12$, serait de $19^{Cal},6$: ce qui fait $113^{Cal},6$ pour la combustion du poids atomique. Cette conclusion générale avait déjà été signalée par l'un de nous, il y a vingt ans, dans ses études sur la chaleur animale et les fermentations. Il en avait aussi appliqué les conséquences à l'étude de l'énergie de la poudre de guerre. Cet excès se retrouve en effet, en partie, comme nous allons le montrer directement, dans la combustion du charbon roux employé pour la fabrication de la poudre et des autres dérivés de la cellulose, renfermant encore une partie de son oxygène et de son hydrogène.

I. — Charbon roux.

Deux analyses.		Chaleur de combustion à volume constant pour 1gr.	Chaleur de combustion du carbone calculée pour $C^2 = 12^{gr}$ en déduisant l'oxygène à l'état d'eau et en supposant l'hydrogène excédent libre.
		Cal	Cal
C........	69,35	6,660	102,02
H........	5,28	»	»
Cendres...	0,63	»	»
O........	24,74	»	»

II. — Autre.

C........	64,82	5,970 (2 dét.)	98,5
H........	5,50	»	»
Cendres....	0,83	»	»
O........	28,85	»	»

III. — Charbon noir.

C........	90,13	8,100 } Moy. 8,074 } 8,087	95,2
H........	3,37	»	»
Cendres...	1,76	»	»
O........	4,74	»	»

IV. — Autre.

C........	90,92	8,090	95,4
H........	3,35	»	»
Cendres...	1,48	»	»
O.......	4,25	»	»

V. — Charbon de moelle de sureau [1].

C........	70,90	6,105	91,5
H........	5,06	»	»
Cendres...	2,21	»	»
O........	21,83	»	»

[1] Perte d'eau, à 100° : 6,44. Les analyses et les combustions ont toutes porté sur une matière desséchée à 100°.

» Les nombres de calories obtenus ne comportent qu'une très petite correction pour être ramenés à pression constante.

» Ces résultats sont significatifs. Ils montrent en effet :

» 1° Que les charbons roux, employés dans la fabrication de la poudre, renferment un excès d'énergie par rapport à leurs éléments, carbone et hydrogène; toujours en supposant l'oxygène combiné sous forme d'eau.

» 2° L'excès est moindre que pour la cellulose : une partie de l'énergie a donc été perdue au moment des décompositions pyrogénées. Ainsi celles-ci ont un caractère exothermique; circonstance qui en explique à la fois la facilité et la complexité. En effet, les combinaisons exothermiques ont pour caractère de se décomposer facilement, et par leur énergie propre; l'échauffement jouant surtout le rôle d'agent déterminant dans leur décomposition. Cette dernière donne lieu à des produits qui peuvent varier avec les circonstances et les corps mis en contact, selon que l'énergie interne du composé primitif se dépense plus ou moins complètement. En raison de cette variabilité des produits finals, l'excès thermique des divers charbons, comparés au carbone pur, peut aussi varier et il n'est pas absolument corrélatif de leur pauvreté en carbone : c'est ce que montrent les résultats obtenus avec le charbon n° II, comparé au n° I. Le n° II étant plus oxydé, car il contient la même dose d'hydrogène et moins de carbone, il en résulte que pour cette substance l'union de l'oxygène demeuré combiné au carbone avait dégagé plus de chaleur.

» 3° Le charbon, obtenu par une action de la chaleur plus régulière — comme il arrive pour les parties centrales de la moelle du sureau carbonisée dans la branche même — avait perdu au contraire, dans l'échantillon étudié par nous, son excès d'énergie et même au delà; circonstance fort intéressante et qui montre que l'énergie apportée à la poudre par les charbons qui la constituent ([1]) ne peut pas être évaluée d'après la seule connaissance de leur composition centésimale en carbone, hydrogène et oxygène.

» Ainsi l'état propre de combinaison de ces éléments dans les charbons est très important, car il peut faire varier de près d'un dixième la chaleur de combustion, avec des compositions presque identiques. Le mode de carbonisation des charbons joue donc un rôle essentiel, et l'énergie des charbons devra être l'objet d'expériences calorimétriques spéciales, pour chaque variété et procédé de fabrication.

» Il est probable qu'il en est de même de certaines houilles et que les

---

([1]) Berthelot, *Sur la force des matières explosives*, t. II, p. 305.

discussions récemment élevées sur ce point sont dues à quelque circonstance analogue.

» 4° Les charbons noirs, obtenus sous l'influence d'une température plus haute, se rapprochent au contraire de la chaleur de combustion du carbone pur; l'excès d'énergie ayant achevé de se dissiper, par suite de l'élévation de la température et de la durée de l'échauffement, conformément à ce que l'on sait de certains oxydes métalliques fortement calcinés. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur un élément microscopique pouvant guider dans la détermination des Cynthiadés.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Dans un travail étendu que j'aurai l'honneur de présenter prochainement à l'Académie sur les espèces diverses du groupe naturel des Cynthiadés habitant nos côtes, les noms des genres et des espèces, en tenant compte des travaux les plus récents, seront soigneusement indiqués, ainsi que les détails de l'organisation de ces animaux. Dans cette courte Note, je désire simplement appeler l'attention aujourd'hui sur un élément à peu près négligé jusqu'ici comme facteur des déterminations dans ce groupe.

» Depuis bien longtemps déjà, Savigny avait indiqué que l'aspect des Ascidies simples, pour beaucoup d'entre elles, est extérieurement peu différent, bien que l'organisation interne soit fort variée. Il faut donc pénétrer dans l'intérieur de cette sorte de sac, représentant le corps de ces animaux, pour arriver à des distinctions précises.

» Mais la conséquence forcée d'une telle pratique est la destruction ou la mutilation presque complète de l'individu que l'on veut étudier; or, dans le cas où les échantillons sont rares, nouveaux et peu nombreux, plus d'un naturaliste recule devant cette perspective.

» Cela m'est arrivé souvent à Roscoff et à Banyuls, où, obtenant par les dragages des échantillons peu nombreux d'espèces que je croyais nouvelles, j'hésitais à les sacrifier, désirant d'abord les observer vivantes.

» Lorsqu'on peut avoir les Ascidies en bon état et les étudier vivantes dans les aquariums, on constate facilement des caractères fort importants, tirés de la *livrée* des orifices d'inspiration et d'expiration, dont les couleurs parfois les plus vives, les plus variées et les plus agréables à l'œil, ont des dispositions déterminées, suivant les espèces, par une grande régularité et même par une grande fixité.

» Malgré ces conditions favorables qui manquent sur les animaux con-

servés, on peut encore garder des doutes lorsque, sans ouvrir l'animal, il s'agit d'établir des distinctions irréprochables.

» L'élément dont l'observation m'a conduit, dans plus d'une circonstance, à n'avoir aucune indécision, offre, par sa position, par sa présence ou son absence, par ses formes ou ses proportions différentes, un moyen rapide et précieux pour séparer des individus à aspect extérieur semblable, faciles par cela même à confondre.

» Dans les orifices des Ascidies il existe une lame mince d'un tissu qui, évidemment, fait suite au dehors à la tunique extérieure et qui, en dedans, se réfléchit dans les tubes inspirateurs et expirateurs, pour s'arrêter à une limite précise dont il est inutile de s'occuper ici.

» J'appelle cette partie tubulaire, rentrant en dedans, la *tunique réfléchie*. Elle est très facile à démontrer au moyen de la putréfaction; car elle résiste au travail de décomposition, se détache du corps de l'animal tout en restant attachée et suspendue à l'enveloppe extérieure.

» La tunique réfléchie recouvre comme un vernis les lobes et les parties charnues colorées des orifices; elle est transparente et plus ou moins épaisse suivant les espèces.

» C'est sur sa face non adhérente, libre par conséquent, que se trouvent les éléments dont il s'agit. Il est donc facile d'obtenir et d'observer ces éléments, puisque, existant en grand nombre sur la face libre des lobes des oscules, il suffit, pour les avoir, d'enlever lestement, d'un coup rapide de ciseaux, un lambeau de cette surface d'un orifice bien épanoui. Plus le lambeau sera petit et mince, plus l'observation sera facile, car il faut quelquefois employer des grossissements de 400 et 500 fois.

» A Roscoff, on trouve parmi les produits des dragages deux Cynthiadés, à peu près de même forme, de même taille, qui, épanouies, offrent, autour de leurs orifices, une livrée presque semblable, formée par une bande circulaire d'un joli jaune-serin, bordée elle-même d'un liséré d'un rose-carmin vif.

» Malgré une certaine habitude prise dans une longue étude de ces animaux, j'ai de la peine, à première vue, à distinguer les deux espèces dans les aquariums. Mais en enlevant d'un coup de ciseaux une parcelle du bord des orifices, pour la porter sous le microscope, il m'a toujours été facile de reconnaître tout de suite que l'une est *armée*, que l'autre est *inerme*. J'appelle ainsi les Cynthiadés présentant ou ne présentant pas l'élément caractéristique que je vais faire connaître.

Tous les habitants des côtes de la Méditerranée connaissent les *Vioulets*,

Bichus ou *Bitotchés* des pêcheurs de Marseille, de Cette ou de Banyuls : c'est l'ancienne Ascidie petit monde, dont on a fait un genre nouveau, ce qui importe peu en ce moment. Sa tunique réfléchie est hérissée de fines et longues aiguilles, reconnaissables à la loupe et dont la forme est caractéristique. Dans d'autres espèces, ces éléments deviennent visibles à l'œil nu, comme dans la *Cynthia papillosa;* nous avons encore à Roscoff une espèce bien différente des deux précédentes, offrant de même, à l'entrée de ses orifices, une armature épineuse, fort riche et très touffue. Je l'ai trouvée abondante, dans les grandes marées, sur les bancs de Saint-Marc, dans la rade de Brest, à Trécastel, à Ploumana'ch, à Bréha.

» L'existence de ces épines était connue; ce qui l'est moins, c'est l'élément microscopique, morphologiquement homologue à ces épines, qu'on retrouve sur beaucoup d'espèces, mais tellement petit et réduit qu'il faut des grossissements assez forts pour en constater la présence.

» Par exemple, chez la *Cynthia morus* (dont ultérieurement une histoire détaillée sera présentée) qui est très variable dans ses couleurs et que j'ai trouvée dans la Méditerranée, où elle est connue peut-être sous un autre nom, on voit, dans toute sa netteté, l'élément caractéristique qui nous occupe; il est le même que celui du *Bitotché*, seulement très raccourci et n'offrant plus la forme d'aiguille.

On comprend maintenant pourquoi ont été employés les qualificatifs *armées* ou *inermes* servant à désigner les Cynthiadés dont les orifices sont garnis ou dépourvus d'épines. Observée à 300 ou 400 diamètres, la surface interne des tubes de la *Cynthia morus* rappelle entièrement par son apparence la surface d'une râpe de menuisier à gros grains. L'analogie est très grande. L'une et l'autre paraissent couvertes de petites écailles relevées et saillantes.

» Le burin qui a servi à piquer la râpe, en agissant sur la surface primitivement lisse du fer, a soulevé une lamelle en forme d'écaille, à contours arrondis et tranchants, laissant en arrière d'elle une petite dépression; enfin les dents de la râpe ont été relevées suivant des lignes se croisant en quinconces plus ou moins réguliers. De même ici, les élevures de la membrane ou tunique réfléchie forment de petits godets ou écailles, saillants, disposés également en quinconces, dont les bords arrondis limitent à leur base une petite dépression.

» Chacune de ces écailles est formée d'une membrane mince, soutenue latéralement par deux épaississements plus résistants, dont les extrémités

d'une part plongent dans la membrane et de l'autre se courbent l'une vers l'autre, donnant ainsi la forme arrondie au bord libre de l'écaille.

» Dans quelques espèces, ces deux épaississements formant les côtés des lamelles, ne se recourbant pas l'un vers l'autre à l'intérieur de la partie saillante, se prolongent au delà de la membrane intermédiaire et donnent à l'écaille, dans son extrémité libre, une apparence toute différente; car, se terminant par deux pointes, elle paraît fourchue.

» Voilà donc, pour ne point entrer dans les détails, trois formes bien distinctes : les aiguilles, les écailles à bords arrondis, les écailles fourchues, donnant déjà des caractères très différents.

» Ajoutons que ces éléments présentent souvent à leur base, entre les prolongements plus épais de leurs bords, un gros noyau, facile à colorer par les diverses matières employées dans la technique histologique, et qui souvent est entouré par des particules protoplasmiques ayant un mouvement très accusé.

» Ces faits prouvent évidemment l'origine cellulaire de ces écailles.

» Enfin il est des cas où les aiguilles, comme les écailles, n'existent pas. On peut citer comme exemples de cette condition les *Cynthia*, très abondantes à Roscoff, bien connues et décrites sous les noms de *C. rustica*, de *C. agregata*. N'ayant pas d'armures, elles sont *inermes*.

» Ces exemples suffiront pour montrer tout le parti qu'il est possible de tirer de l'étude de cet élément extérieur, facile à reconnaître sans détruire les animaux, sans même les faire périr lorsqu'ils sont vivants, car la blessure qu'on leur fait est insignifiante.

» Par cette Note succincte, j'ai voulu faire connaître un moyen pratique et facile d'acquérir rapidement des indications utiles pour la détermination, soit au bord de la mer sur les animaux vivants, soit dans les collections sur les échantillons conservés, chez lesquels l'élément dont il vient d'être question ne perd pas ses caractères. »

M. **Haton de la Goupillière**, en déposant sur le Bureau le second volume de son « Cours d'exploitation des Mines », s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le tome second de mon Cours d'exploitation souterraine à l'École supérieure des Mines. Il renferme les théories relatives à l'extraction, l'épuisement, l'aérage, l'éclairage, les sauvetages, l'organisation du personnel et la préparation mécanique

des minerais. Ce volume, avec le premier que j'ai eu, il y a un an, l'honneur d'offrir à l'Académie, représentent pour moi le travail assidu de onze années. J'ai cherché, par de nombreux voyages et par mes recherches personnelles, à mettre ce traité au niveau de l'état actuel de la science théorique et de la pratique des travaux souterrains. Depuis une quinzaine d'années, en effet, l'art des mines a subi d'importantes transformations. Je me suis efforcé de serrer de près certaines questions, en donnant des méthodes précises pour le calcul des moteurs d'extraction, d'épuisement ou d'aérage, dégageant les formules finales, et accumulant, dans des tableaux nombreux et très condensés, une grande quantité de documents numériques, recueillis avec le plus grand soin, pour permettre à l'ingénieur de fixer son choix dans la discussion des arbitraires que présente presque toujours l'assiette d'un projet.

» En ce qui concerne l'extraction, je me suis attaché d'une manière spéciale à la question des câbles. Le vague et l'obscurité ont longtemps régné sur ce qui les concerne. L'Administration centrale et le Conseil général des Mines ont fini par s'en émouvoir. M. le Ministre des Travaux publics a ordonné, sur ce sujet, une enquête générale dans toute la France, et nommé, pour en discuter les résultats, une Commission dont j'ai eu l'honneur de faire partie. Le problème reste encore fort compliqué; mais il est permis, cependant, d'espérer que la solution a fait un pas, à l'aide des intéressants documents qui ont été ainsi réunis.

» J'ai consacré un chapitre entier à la question de la régularisation de l'extraction. On y trouvera la théorie générale que j'ai donnée, il y a quelques années, des appareils d'équilibre, et la discussion spéciale du système des bobines, que j'ai eu l'honneur, il y a trois mois, de présenter à l'Académie. Les nouveaux systèmes de M. Kœpe, à contre-câble d'équilibre, et du puits Camphausen, à contre-poids, y ont trouvé place. J'ai employé également un chapitre spécial pour l'exposé détaillé du système d'extraction par le vide, établi par M. Zulma Blanchet à Épinac, et pour présenter la théorie complète de ce remarquable appareil.

» En ce qui concerne l'épuisement, j'ai consacré des développements étendus aux travaux de défense contre les eaux, et à l'intéressant sujet des mines sous-marines, dont j'ai réuni de nombreux exemples. Les moteurs d'épuisement ont beaucoup changé de face depuis vingt ans. Machines compound, machines intérieures, machines de rotation à l'extérieur, machines de Kley à volant et cataracte réunis sur le même appareil, emploi de

la détente différentielle, moteurs hydrauliques de Davey, de Roux, etc.; tous ces types ont été étudiés successivement dans ce volume.

» La huitième partie, concernant l'aérage, a été l'objet de soins particuliers. On sait quels progrès cette question a accomplis dans ces derniers temps, et à quel point elle a ému l'opinion, dont les pouvoirs publics se sont fait l'organe en instituant, il y a quelques années, la Commission du grisou, sous la présidence de M. Daubrée. Le rapport d'ensemble que j'ai eu l'honneur de rédiger alors comme conclusion de ses travaux a dû recevoir ici des compléments très étendus, car il était impossible d'aborder, dans un document de cette nature, les questions qui exigent l'emploi du calcul, et qui sont nombreuses dans cette matière, l'une des plus difficiles de la Mécanique appliquée. J'ai apporté tous mes soins à en donner des solutions simples, résultant, autant que possible, de calculs clairs et courts. La théorie complète de la ventilation souterraine, celle des foyers d'aérage, un exposé des beaux travaux de MM. Murgue et Devillez, ont pris place dans cette étude.

» La question de la température intérieure, objet de récents travaux, méritait des développements attentifs. J'y ai rattaché l'emploi des machines frigorifiques par M. Poetsch, pour traverser par le fonçage les terrains boulants, au moyen de la congélation préalable de ces masses aquifères.

» L'éclairage forme, plus que jamais, un problème à l'ordre du jour. La lumière électrique, les nouvelles lampes de sûreté, les divers grisoumètres ont été passés en revue, ainsi que les remarquables travaux exécutés sur ce sujet par MM. Mallard, Le Châtelier et Marsaut.

» J'ai consacré des développements étendus à la question des accidents et des sauvetages, qui tient jusqu'ici, dans la littérature didactique, une place peu en rapport, peut-être, avec la gravité de ces situations. Les coups de grisou, les coups de poussière, les incendies, les éboulements, les coups d'eau, ont été passés en revue, tant sous le rapport des mesures préservatrices à leur opposer, que du sauvetage, quand le désastre est accompli.

» Ce Cours se termine par l'étude de la préparation mécanique des minerais. Cette partie de l'industrie extractive était encore, il y a un demi-siècle, un type de confusion et d'obscurité. Les idées se sont beaucoup modifiées, et singulièrement éclaircies depuis ce temps. Le matériel s'est transformé, les méthodes se sont simplifiées. Dans ces deux dernières

années, la théorie du criblage à la cuve a fait des progrès remarquables. J'ai cherché à présenter, en les condensant sans en rien omettre d'essentiel, les résultats de cette évolution. Dans une première partie, j'étudie les appareils en eux-mêmes, en les groupant d'après leurs analogies théoriques, de manière à en pouvoir saisir par le calcul les lignes principales. Mais, comme cet enchaînement didactique ne donnerait pas une idée suffisante des formules effectives de traitement, indéfiniment variables avec la nature des divers minerais, j'aborde, dans une seconde partie, l'étude de l'organisation pratique d'un atelier, en présentant, avec détails, une vingtaine de monographies qui concernent les mines de houille, de lignite, d'anthracite, de phosphate, de kaolin, de fer, de plomb, de zinc, de cuivre, de mercure, d'étain, d'or, de diamant.

» Je m'arrête ici, car je craindrais d'abuser des moments de l'Académie, en insistant plus longuement sur ce volume, dont je la prie d'agréer l'hommage. »

M. Faye, en présentant à l'Académie, au nom du Bureau des Longitudes, le volume de la *Connaissance des Temps pour* 1886 et l'*Annuaire pour* 1885, s'exprime ainsi :

« La série des améliorations qui ont porté la *Connaissance des Temps* au premier rang des éphémérides nautiques et astronomiques n'a pas été épuisée dans les volumes précédents. Le 208e volume contient les coordonnées écliptiques de la Lune pour 0^h, 6^h, 12^h et 18^h de temps moyen de Paris, de manière à rendre l'interpolation plus prompte et plus exacte. Le catalogue des étoiles occultées par la Lune a été étendu jusqu'à la 6e et même la 6e-7e grandeur. Toutes les données nécessaires pour faciliter le calcul des longitudes au moyen de ces occultations sont préparées de manière à rendre désormais le calcul aussi aisé qu'il était pénible autrefois.

» Nous devons ces améliorations nouvelles, ainsi que les précédentes, au zèle avec lequel notre savant collègue M. Lœwy dirige les calculs de la *Connaissance des Temps*.

» La table des positions géographiques a été en partie refondue et considérablement augmentée par M. le Vice-Amiral Cloué. Elle est actuellement au niveau des progrès considérables que nous devons à l'emploi de la télégraphie électrique pour la détermination des grandes différences de longitudes.

» L'*Annuaire du Bureau des Longitudes pour* 1885 contient, en fait d'articles nouveaux, l'histoire de toutes les comètes qui ont paru dans ces vingt-trois dernières années. Cette réunion de documents manquait à la Science et rendra un sérieux service à cette branche de l'Astronomie, qui est aujourd'hui en grand progrès.

» Le Bureau a pensé que le moment était venu de publier un Tableau des unités électriques, dont l'usage est devenu si fréquent. Notre Collègue, M. Fizeau, a réuni ces éléments dans les pages 748-755. Enfin ce Volume se termine par les discours prononcés aux funérailles de notre regretté Collègue, M. Villarceau, et par deux Notices scientifiques, dues à MM. Faye et Tisserand.

» Dans la seconde, M. Tisserand donne une idée de la théorie des perturbations planétaires. Comme application de ces théories élevées, il présente, dans la seconde Partie de sa Notice, l'histoire d'une des découvertes les plus brillantes de ce siècle, celle de Neptune. Les lecteurs de l'*Annuaire* sauront gré à notre Collègue d'avoir rendu clair et attrayant un sujet d'ordinaire si peu accessible.

» M. Faye termine en remerciant les savants qui ont bien voulu accorder au Bureau des Longitudes leur collaboration pour les diverses parties de l'*Annuaire;* M. Sudre (de la Direction générale des Monnaies), M. Des Cloizeaux, M. Damour, M. Marié-Davy, M. Berthelot, M. Mascart et M. Levasseur. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section d'Économie rurale, en remplacement de feu M. *P. Thenard*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. J. Reiset obtient. . . . . 55 suffrages.

M. **J. Reiset**, ayant réuni l'unanimité des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Une brochure de M. *Frolow,* portant pour titre « Le problème d'Euler et les carrés magiques » ;

2° Un volume de M. *Stan. Meunier,* intitulé « Traité pratique de Paléontologie française ; gisements et description des animaux et végétaux fossiles de la France ». (Présenté par M. A. Gaudry.)

3° Le Catalogue des instruments d'optique supérieure, appliqués aux sciences et à l'Industrie; par M. *J. Duboscq*.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *J. Ogier,* extrait de l'Encyclopédie chimique publiée sous la direction de M. Fremy, et portant pour titre « Analyse des gaz ».

M. **Berthelot**, à l'occasion de cette présentation, appelle l'attention sur cet Ouvrage, qui fait honneur à son auteur et pourra rendre bien des services aux chimistes.

« J'y insiste d'autant plus volontiers, ajoute M. Berthelot, que cet Ouvrage représente les méthodes suivies dans mon Laboratoire. Je demande à cet égard à l'Académie la permission de reproduire les paroles de l'auteur :

« C'est pour moi un devoir de déclarer, à cette occasion, que c'est à mon long séjour dans votre Laboratoire, aux nombreux travaux d'analyse que j'y ai effectués sous votre direction, que je dois les quelques connaissances que je puis avoir sur l'analyse des gaz. Les méthodes, les appareils, les tableaux d'analyse, les procédés spéciaux et les tours de main exposés dans la première moitié de cet Ouvrage sont pour la plupart empruntés soit à vos Mémoires, soit aux Leçons que vous professez au Collège de France. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'équation indéterminée* $x^2 - Ky^2 = z^n$. Note de M. MAURICE D'OCAGNE.

« Représentant, suivant l'habitude, par $E\left(\frac{n-1}{2}\right)$ la partie entière du quotient de $n-1$ par 2, et par C_{n-i-1}^i le nombre

$$\frac{(n-i-1)(n-i-2)\ldots(n-2i)}{1.2\ldots i}$$

des combinaisons de $n-i-1$ objets pris i à i, posons

$$\varphi(\alpha, \beta, n) = \sum_{i=0}^{i=E\left(\frac{n-1}{2}\right)} C_{n-i-1}^i \alpha^{n-(2i+1)} \beta^i.$$

Puis supposons que l'on veuille résoudre en nombres entiers et positifs l'équation indéterminée

$$x^2 - Ky^2 = z^n,$$

où K et n sont des nombres entiers et positifs. Deux cas sont à considérer :

» 1° n est pair :

» Les formules suivantes résolvent, dans ce cas, le problème

(1) $\quad x = a\varphi(2a, K-a^2, n) + (K-a^2)\varphi(2a, K-a^2, n-1),$

(2) $\quad y = \varphi(2a, K-a^2, n),$

(3) $\quad z = \pm(K-a^2),$

a étant un nombre entier et positif quelconque. On prend, dans la formule (3), le signe + ou le signe — par la condition que z soit positif.

» 2° n est impair :

» Mêmes valeurs (1) et (2) pour x et y ; z est donné par

(3′) $$z = -(K-a^2),$$

a étant un nombre entier et positif quelconque, mais supérieur à $\sqrt{K}$, de façon que z soit positif. »

PHYSIQUE. — *Sur le potentiel thermodynamique et la théorie de la pile voltaïque.* Note de M. P. Duhem, présentée par M. Hermite.

« 1. Des raisonnements très simples, reposant sur les idées que M. Clausius a introduites en Thermodynamique, nous montrent que la chaleur dégagée dans une modification isothermique quelconque se compose de deux parties : l'une équivaut au travail *compensé*, l'autre au travail *non compensé*. Cette dernière partie est nulle si la modification est réversible, elle est nécessairement positive dans le cas contraire.

» De là on déduit aisément le théorème suivant : *Pour qu'un système soit en équilibre stable, il suffit que toute modification isothermique virtuelle de ce système corresponde à un travail non compensé nul ou négatif.* Ce théorème rappelle le principe des vitesses virtuelles, qu'il renferme comme cas particulier.

» Toutes les fois que les forces extérieures admettent un potentiel P, le travail non compensé est lui-même la variation changée de signe d'une fonction

$$\Phi = E(U - TS) + P,$$

U étant l'énergie interne, S l'entropie, T la température absolue, E l'équivalent mécanique de la chaleur. Nous proposerons pour cette fonction Φ le nom de *potentiel thermodynamique*. Lorsqu'un système admet un potentiel thermodynamique, il suffit, pour déterminer l'état d'équilibre de ce système à une température donnée, de chercher dans quelles conditions le potentiel thermodynamique est minimum à la température considérée. Ce théorème a été indiqué, sous une forme moins générale, par M. Gibbs et par M. Helmholtz.

» Par cette méthode, qui dispense, dans l'étude de la Thermodynamique, de la considération longue et pénible des *cycles*, on peut résumer en une théorie unique tous les résultats obtenus jusqu'ici dans l'application de la théorie de la chaleur aux changements d'état physique ou d'état chimique, et un nombre considérable de résultats nouveaux; on peut, dans l'étude de la capillarité, s'affranchir des objections auxquelles donne lieu la possibilité d'un changement d'état du liquide au voisinage des surfaces terminales, et, en même temps, donner une théorie complète des retards d'ébullition, de la surfusion, etc. Mais ces résultats sont trop nombreux pour pouvoir être résumés, même succinctement, dans cette Note.

» 2. La théorie du potentiel thermodynamique s'applique aux phénomènes électriques. Le potentiel thermodynamique d'un système électrisé quelconque, dont les divers points sont immobiles, peut être calculé en faisant usage seulement de la loi de Coulomb et de la loi d'Ampère pour les courants fermés et uniformes. L'étude de ce potentiel donne en électrostatique la théorie des différences de potentiel au contact de deux métaux, du phénomène de Peltier, de la dilatation électrique, etc. En y joignant la loi de Joule relative à l'échauffement des conducteurs, on peut obtenir une théorie complète de la pile voltaïque, dont nous allons indiquer les principaux résultats.

» La réaction chimique qui se produit dans les couples fournirait, si l'on ne recueillait pas le courant, une quantité Q de chaleur compensée, une quantité Q' de chaleur non compensée. On peut démontrer d'une manière rigoureuse les théorèmes suivants :

» *La chaleur dégagée dans la pile en activité est égale à* $Q + Q'$.

» *La chaleur voltaïque, c'est-à-dire la quantité* Ari^2, *dans laquelle r représente la résistance du circuit, i l'intensité du courant, est égale à la chaleur non compensée* Q'.

» *L'excès de la chaleur chimique sur la chaleur voltaïque est donc égal à la quantité positive ou négative* Q.

» Ainsi se trouve complètement expliqué le désaccord, signalé par Favre, et depuis par une foule d'observateurs, entre la chaleur chimique et la chaleur voltaïque.

» La première idée de cette théorie de la pile est due à M. H. von Helmholtz; mais l'illustre physicien a négligé d'appuyer cette idée par une démonstration rigoureuse. Il l'a soumise, il est vrai, au contrôle de l'expérience, en montrant que, dans certaines piles dont l'activité est due uniquement à la différence de concentration de deux dissolutions, la force électromotrice pouvait être déduite de la connaissance des tensions de vapeur de ces dissolutions. La théorie du potentiel thermodynamique conduit d'une manière presque immédiate aux formules d'Helmholtz.

» La théorie nouvelle de la pile nous permet d'obtenir des valeurs numériques des deux espèces de quantités de chaleur que dégage une réaction chimique, et de comparer le rôle de ces deux quantités.

» La chaleur non compensée s'annulant au moment de l'équilibre, il n'est pas douteux que, dans les réactions voisines de l'équilibre, et, par conséquent, peu énergiques, la chaleur totale représentera surtout la chaleur compensée. Il peut n'en plus être de même dans les réactions fort

éloignées de l'état d'équilibre, c'est-à-dire fort énergiques. L'expérience, faite au moyen de la pile, nous montre alors que la chaleur non compensée constitue la plus grande partie de la chaleur totale dégagée par la réaction.

» Si l'on regarde la chaleur totale comme une mesure approximative de la chaleur non compensée, le théorème fondamental énoncé au commencement de cette Note devient le troisième principe de la Thermochimie. On s'explique alors comment ce principe s'applique avec tant de succès aux réactions chimiques énergiques, tandis que, dans les réactions voisines d'un état d'équilibre, soumises aux lois de la dissociation, il est souvent, selon la remarque de M. Debray et de plusieurs autres chimistes, en désaccord avec les faits. »

OPTIQUE. — *Sur un photomètre à diffusion.* Note de M. A. CROVA, présentée par M. Berthelot.

« La nécessité de comparer des sources puissantes de lumière, telles que la lumière des lampes à arc et la lumière du Soleil, à un étalon relativement très faible, est une des difficultés de la photométrie [1]. La mesure de l'intensité des foyers intenses doit donc être obtenue par l'emploi de méthodes de réduction de l'intensité de la source à étudier, dans un rapport variable à volonté, et rigoureusement connu.

» La méthode que j'emploie est fondée sur le principe suivant. Soit une lame de verre dépoli, de verre opale, ou un écran Foucault, en un mot, un diffuseur quelconque; plaçons-le dans un champ lumineux uniforme, normalement aux rayons incidents; chacun des points du diffuseur peut être considéré comme une source lumineuse, et émet en arrière une lumière dont l'intensité dépend de la nature de l'écran diffusant, et varie avec l'angle d'émersion, suivant une loi qui dépend de la nature du diffuseur; mais, quelle que soit cette loi, les rayons diffusés dans des directions très voisines de la normale ont une égale intensité.

» Fixons derrière le diffuseur un écran opaque, muni d'une fente de largeur variable à volonté; l'intensité de la lumière émise normalement par cette ouverture est proportionnelle à celle du champ lumineux dans lequel se trouve le diffuseur, à un coefficient de réduction k, qui dépend de la

---

(1) *Photométrie des foyers intenses de lumière* (*Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1067).

nature du diffuseur, à la surface s de l'ouverture, et varie en raison inverse du carré de la distance.

» Soient i l'intensité de la lumière émise par la surface s du diffuseur, et x celle du champ dans lequel il est placé, on a

$$i = kxs,$$

d'où

$$x = \frac{i}{ks}.$$

i est donné par le photomètre à diffusion et s par la graduation de la fente; k s'obtient préalablement, si l'on reçoit sur un photomètre de Foucault, placé à une distance suffisante, la lumière qui détermine le champ dans lequel est placé le diffuseur.

» Par cette méthode, on peut mesurer très facilement l'intensité de la lumière solaire et celle des lampes électriques à arc; les déterminations que j'ai faites avec la lumière solaire, qui vaut environ 7500 carcels, et une lampe Serrin que j'ai fait varier de 230 à 320 carcels, m'ont démontré que la méthode est applicable à tous les cas possibles : on mesurerait, avec la même facilité et la même précision, les intensités de lampes de 1000 à 4000 becs Carcel.

» Le photomètre à diffusion dont je me sers se compose d'une tête de photomètre Foucault, sur l'écran amidonné de laquelle tombent les deux lumières à comparer, dans deux directions rectangulaires faisant chacune un angle de 45° avec la normale. L'une est celle de l'étalon Carcel, placé exactement à 1^m, dans une boîte noircie, munie d'un large tube noirci à la fumée à l'intérieur, et qui laisse arriver la lumière sur l'écran. L'autre est celle de la source à étudier; elle arrive par un second tube, fixé à la tête photométrique, qui est mobile sur un cercle gradué, fixé perpendiculairement à l'axe du premier tube.

» La planche sur laquelle est fixé le photomètre, muni de sa lampe, peut tourner autour d'un axe vertical passant par son centre, sur un tabouret qui supporte tout l'appareil; on peut ainsi déplacer le tube mobile en hauteur et en azimut, et le diriger sur la source de lumière à étudier, quelle que soit sa position.

» L'une des moitiés de l'écran photométrique recevant un éclairement constant d'un carcel, il suffit de réduire la lumière qui arrive sur l'autre moitié, de manière à la rendre égale à la première; ce résultat s'obtient facilement en fermant l'extrémité du tube mobile par un couvercle muni

d'une fente rectangulaire, de $0^m,01$ de largeur, et dont la longueur variable est déterminée à l'aide d'une vis micrométrique; le diffuseur recouvre la fente variable, et c'est la portion de sa surface interceptée par son ouverture qui constitue la source de lumière.

» Soient d la distance de la source lumineuse au diffuseur, et l la longueur du tube mobile; le champ lumineux dans lequel se trouve le diffuseur est égal à $\frac{x}{d^2}$; la lumière reçue sur l'écran photométrique sera donc

$$\frac{x}{d^2}\,\frac{ks}{l^2};$$

or cette intensité est égale à C, en appelant C la valeur du carcel, déduite du temps nécessaire pour brûler 10^{gr} d'huile; nous aurons

$$x = C\frac{l^2 d^2}{ks}.$$

» Dans mon photomètre, $l = 0^m,50$ et d est constant et égal à 1^m; on a donc

$$x = \frac{C}{4ks};$$

si nous posons $\frac{1}{4k} = n$, nous aurons

$$x = C\frac{n}{s}.$$

n représente l'intensité, en carcels, du champ dans lequel on doit placer le diffuseur pour que 1^{cq} de sa surface émette une lumière dont l'intensité égale 1 carcel. Cette constante, déterminée préalablement, caractérise le diffuseur; ainsi, un verre dépoli de 400 carcels est un verre dont 1^{cq} placé dans un champ de 400 carcels émet une lumière de 1 carcel.

» Je me suis servi de verres dépolis de 200 à 400 carcels pour les lampes à arc, et de verres opales de 4000 carcels environ pour le Soleil. Dans ces conditions, l'intensité photométrique est déterminée rapidement, presque sans calcul, même pour les plus puissants foyers, comme pour un essai de gaz, dans une chambre noire de quelques mètres carrés, ou même en plein jour, moyennant certaines dispositions; on regarde l'écran Foucault à travers la solution 580, comme je l'ai dit dans ma précédente Communication.

» Enfin le tube mobile du photomètre pouvant être dirigé dans tous les sens, et l'angle de son axe avec l'horizontale étant connu au moyen du cercle gradué, on peut, en déplaçant verticalement la lampe, déterminer sa moyenne sphérique. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion des éthers de quelques acides de la série grasse*. Note de M. **W. Louguinine**, présentée par M. Berthelot.

« Les expériences dont je communique actuellement les résultats ont eu pour but de chercher la relation qui peut exister entre les chaleurs de combustion des éthers des acides et celles de ces acides eux-mêmes, étant donné que la chaleur de combustion des alcools ayant servi à la formation de ces éthers soit connue.

» Très souvent il se présente des cas où les éthers des acides peuvent être étudiés plus facilement au point de vue de leur chaleur de combustion que les acides dont ils dérivent. Il arrive, par exemple, que les éthers sont des liquides à point d'ébullition fixe, par conséquent faciles à purifier et à comburer dans le calorimètre, tandis que les acides correspondants sont des corps solides à point de fusion très élevé et dont les chaleurs de combustion ne peuvent être déterminées que très difficilement; ou bien, comme c'est le cas pour l'acide lactique, des liquides sirupeux, non distillables sans décomposition.

» Les éthers dont j'indique ici la chaleur de combustion ont été soigneusement purifiés et analysés dans mon laboratoire. Les méthodes expérimentales dont je me suis servi se trouvent décrites dans les *Annales de Chimie et de Physique* (5e série, t. XXVII).

» *a. Acétate d'allyle* $(C^2H^3O)(C^3H^5)$:

Chaleur dégagée dans la combustion de 1gr de substance	Cal 6558,28
Chaleur de combustion de 1mol en grammes, calculée d'après l'équation $C^5H^8O^2$ liq. + 12O gaz = $5CO^2$ + $14H^2O$ liq	655828
Chaleur de combustion de l'acide $C^2H^4O^2$	210312
Chaleur de combustion de l'acide C^3H^6O	442650

» La somme de ces deux chaleurs de combustion 652962Cal est très rapprochée de celle de l'éther provenant de la combinaison de ces deux substances avec élimination de H^2O.

b. Ether oxalique diéthylique $\left\{ \begin{matrix} COO(C^2H^5) \\ COO(C^2H^5) \end{matrix} \right\}$:

Chaleur dégagée dans la combustion de 1gr de substance	Cal 4905,05
Chaleur de combustion de 1mol en grammes, calculée d'après l'équation $C^6H^{10}O^4$ liq. + 13O gaz = $6CO^2$ gaz + $5H^2O$ liq	716203
Chaleur de combustion de l'acide oxalique $C^3H^2O^4$	60200
Chaleur de combustion de $2C^2H^6O$	660900

» La somme de chaleur de combustion de ces deux substances 721100^Cal diffère peu de celle de l'éther qui se produit par leur combinaison avec élimination des éléments de l'eau.

» c. *Malonate d'éthyle* $\left\{\begin{array}{l} COO(C^2H^5) \\ | \\ CH^2 \\ | \\ COO(C^2H^5) \end{array}\right\}$:

Chaleur dégagée dans la combustion de 1^gr de substance	5378,95^Cal
Chaleur de combustion de 1^mol en grammes, calculée d'après l'équation $C^7H^{12}O^4$ liq. + 16 O gaz = 7 CO^2 gaz + 6 H^2O liq.	860632
Chaleur de combustion de $C^3H^4O^4$ solide	207000
Chaleur de combustion de 2(C^2H^6O) liq.	660900

» La somme des chaleurs de combustion des deux substances étant égale à 867900^Cal est également assez rapprochée de celle de l'éther produit avec élimination des éléments de l'eau. La chaleur de combustion de cet éther, qui est l'homologue supérieur de l'éther oxalique, est supérieure à celle de ce dernier de 144429^Cal, nombre qui concorde assez bien avec la règle trouvée par les chaleurs de combustion des corps homologues.

» d. *Éther diéthylique de l'acide succinique* $\left\{\begin{array}{l} CH^2-COOC^2H^5 \\ | \\ CH^2-COOC^2H^5 \end{array}\right\}$:

Chaleur dégagée dans la combustion de 1^gr de substance..........	5791,26^Cal
Chaleur dégagée dans la combustion de 1^mol en grammes, calculée d'après l'équation $C^8H^{14}O^4$ liq. + 19 O gaz + 8 CO^2 gaz + 7 H^2O liq.	1007679
Chaleur de combustion de $\left\{\begin{array}{l} CH^2COOH \\ | \\ CH^2COOH \end{array}\right\}$ solide................	543000
Chaleur de combustion de 2(C^2H^6O).........................	660900

» La somme des chaleurs de combustion des deux substances est 1014900^Cal, nombre différant également fort peu de celui qui correspond à l'éther.

» L'éther succinique diéthylique est l'homologue supérieur du malonate d'éthyle et le second homologue de l'oxalate d'éthyle. Sa chaleur de combinaison diffère du premier de ces éthers de 147047^Cal et du dernier de 291476^Cal, ce qui donne, pour chaque CH^2 : 145738^Cal.

» La conclusion qui peut être tirée de ces expériences est que la chaleur de combustion de l'éther d'un acide est approximativement égale à la somme des chaleurs de combustion de l'acide et de l'alcool qui ont servi à la formation de l'éther, en tenant compte du nombre de molécules

d'alcool qui participent à cette formation. C'est la relation qui a été formulée précisément dans les mêmes termes par M. Berthelot en 1856 ([1]) et 1865 ([2]) et vérifiée par lui en mesurant directement la chaleur de formation des éthers ([3]). On en tire cette conséquence, applicable à la chaleur de formation des acides, que la chaleur de combustion de l'acide est sensiblement égale à la chaleur de combustion de l'éther de cet acide, moins la chaleur de combustion de l'alcool correspondant (en tenant compte du nombre de molécules d'alcool qui réagissent). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide α-éthylamidopropionique.* Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Parmi les acides amidés dérivés de l'acide propionique, on connaît, dans la série normale, l'alanine et l'acide α-méthylamidopropionique; je me suis proposé de produire l'acide α-éthylamidopropionique.

» Pour obtenir l'acide α-éthylamidopropionique, on fait réagir l'acide α-bromopropionique sur une solution aqueuse et concentrée d'éthylamine. La réaction se fait d'après la formule suivante :

$$\underbrace{CH^3\text{-}CHBr\text{-}CO,OH}_{\text{Acide }\alpha\text{-bromopropionique.}} + \underbrace{2AzH^2,C^2H^5}_{\text{Éthylamine.}}$$
$$= \underbrace{CH^3\text{-}CH(AzH,C^2H^5)\text{-}CO,OH}_{\text{Acide }\omega\text{-éthylamidopropionique.}} + \underbrace{AzH^2(C^2H^5)\text{-}HBr.}_{\text{Bromhydrate d'éthylamine.}}$$

» A cet effet, on verse lentement l'acide α-bromopropionique (1^{mol}) dans l'éthylamine (3^{mol} environ). Le mélange de ces deux corps produit un vif dégagement de chaleur; on termine la réaction en maintenant le liquide en ébullition pendant huit à dix heures dans un appareil à reflux, puis on ajoute un excès de solution de baryte caustique, afin de décomposer le bromhydrate d'éthylamine formé, et on maintient l'ébullition jusqu'à ce que l'éthylamine soit chassée. On précipite ensuite exactement la baryte par l'acide sulfurique; puis, on traite par l'oxyde d'argent pour mettre l'acide amidé en liberté, on filtre, on fait passer dans la liqueur un courant d'hydrogène sulfuré, pour précipiter un peu d'argent dissous, et

([1]) *Annales de Chimie*, 3e série, t. XLVIII, p. 341.
([2]) Même Recueil, 4e série, t. VI, p. 415.
([3]) Même Recueil, 5e série, t. IX, p. 338.

on évapore à sec. Enfin, on traite à plusieurs reprises le résidu par l'alcool bouillant; après refroidissement, l'acide amidé, peu soluble dans l'alcool bouillant et très peu soluble dans l'alcool froid, reste comme résidu. On l'obtient pur en le faisant cristalliser dans l'eau ou dans l'alcool.

» Le produit ainsi obtenu, séché à 110°, a fourni à l'analyse des nombres qui répondent à la composition de l'acide α-éthylamidopropionique.

	Calculé.	Trouvé.
C^5	51,28	50,75
H^{11}	9,40	9,79
Az	11,97	12,41
O^2	27,35	
	100,00	

» L'acide α-éthylamidopropionique se dépose de sa solution aqueuse en gros cristaux clinorhombiques, ayant l'aspect de rhomboèdres; ces cristaux renferment une demi-molécule d'eau de cristallisation, qu'ils perdent à la température ordinaire, par une longue exposition au-dessus de l'acide sulfurique. Cet acide se dépose de sa solution alcoolique bouillante sous forme de paillettes nacrées.

» A la température de 25° l'acide α-éthylamidopropionique se dissout dans un peu moins de deux fois son poids d'eau et dans environ cinquante fois son poids d'alcool. Chauffé avec précaution, cet acide se volatilise sans fondre et sans noircir.

» Il fournit un chlorhydrate excessivement soluble dans l'eau et dans l'alcool, se présentant sous la forme d'un magma de fines aiguilles.

» Le chloroplatinate est excessivement soluble dans l'eau et dans l'alcool; l'éther le précipite de sa solution alcoolique, sous forme d'huile. La solution aqueuse de ce sel finit, à la longue, par se transformer en une masse de très fines aiguilles, très déliquescentes.

» Le chloro-aurate est en gros cristaux prismatiques, d'un jaune d'or; ce sel est anhydre.

» Le sel cuivrique s'obtient en traitant la solution aqueuse de cet acide par l'hydrate de cuivre; il est anhydre et s'obtient en beaux petits prismes d'un bleu foncé; la poussière de ce sel est d'un bleu pâle; il est soluble dans l'eau et dans l'alcool; il donne, avec ces liquides, des solutions d'un très beau bleu. »

PHYSIQUE. — *Activité optique de la cellulose. Observations à propos d'une Communication récente de M.* Béchamp. Note de M. **Alb. Levallois.**

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* ([1]), M. Béchamp conteste les résultats de mes expériences sur le pouvoir rotatoire des solutions de cellulose dans le réactif de Schweizer. M. Béchamp, qui n'a pas répété ces expériences, n'a probablement pas porté son attention sur les deux premières Communications que j'ai adressées à l'Académie sur ce sujet ([2]); il y eût trouvé les détails qu'il regrette de ne pas connaître. Le sens de la rotation; ses valeurs relatives dans les liqueurs étendues par le réactif même, par l'eau et par l'ammoniaque; l'appareil dont je me suis servi et la lumière qui l'éclairait: tous ces renseignements se trouvent dans ces deux Communications. Je ne reproduirai donc pas les raisons qui m'ont fait rechercher si la cellulose est douée, ou non, du pouvoir rotatoire, dans les conditions que j'ai énoncées. Je rappellerai seulement que j'ai pu tout d'abord constater qu'une solution de 1^{gr} de cellulose dans 100^{cc} de liqueur de Schweizer donne, dans le tube de $0^{m},20$ du saccharimètre à pénombre, une déviation à gauche d'environ 20°.

» Je regrette que M. Béchamp n'ait pas pris la peine de contrôler mes expériences, avant d'en combattre les résultats par des considérations théoriques. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action anesthésique cutanée du chlorhydrate de cocaïne.* Note de M. **J. Grasset**, présentée par M. Vulpian.

« Des expériences (chiens et singes) indiquées dans ma première Note (séance du 1er décembre), je concluais que la cocaïne anesthésie non seulement les muqueuses (ce qui paraît aujourd'hui absolument acquis), mais encore la peau. La démonstration ne peut se faire complète et concluante que sur l'homme. C'est chez l'homme (à l'état physiologique) qu'ont été faites les expériences dont la présente Note résume les résultats :

» Les essais ont été faits d'abord sur moi, puis successivement sur cinq étudiants en Médecine (MM. Bonnefous, Pradal, Ballacey, Nègre et Ménard), dans le laboratoire de Thérapeutique de la Faculté de Montpellier.

» Dans une première série, des badigeonnages sur la peau de l'avant-bras avec une solu-

---

([1]) T. XCIX, p. 1027.
([2]) T. XCVIII, p. 44 et 732.

tion de chlorhydrate de cocaïne, soit au $\frac{1}{100}$, soit au $\frac{1}{20}$, n'ont donné aucun résultat appréciable.

» On a fait alors des injections hypodermiques de $0^{gr},01$ du même sel en solution au $\frac{1}{100}$, sous la peau de l'avant-bras à la région dorsale. Dans tous les cas, nous avons obtenu une *zone d'anesthésie cutanée*.

» La piqûre et l'injection sont indolores. Un temps, variant de deux à cinq minutes après l'injection, la zone d'anesthésie apparaît : le doigt promené sur la peau n'est plus senti au niveau de cette zone que comme à travers un linge; les piqûres d'épingle ne sont plus perçues que comme le contact de la tête, quelquefois même ne sont plus perçues du tout : nous avons pu traverser un pli de peau avec une épingle sans déterminer aucune sensation douloureuse.

» L'étendue de cette zone est variable suivant les sujets. La région où l'anesthésie est constante est la région même au-dessous de laquelle est répandu le liquide. Dans les cas où elle a été le moins étendue, cette zone mesurait $0^{m},05$ à $0^{m},06$ de long sur $0^{m},03$ ou $0^{m},04$ de large; le plus souvent elle occupait une plus grande surface; parfois elle s'est étendue jusqu'à un travers de doigt au-dessus du poignet, l'injection étant faite au tiers supérieur de l'avant-bras. L'injection étant toujours faite à la face dorsale du membre, jamais l'anesthésie ne s'est étendue à la face antérieure.

» Après un temps variable, oscillant autour de quinze minutes, la zone d'anesthésie commence à se restreindre. En haut et surtout en bas, la sensibilité devient simplement obtuse, l'anesthésie restant complète dans le reste. Les phénomènes s'atténuent peu à peu, avec plus ou moins de lenteur, suivant les personnes. Après vingt à trente minutes, tout est habituellement rentré dans l'ordre; chez certains sujets cependant la sensibilité n'est revenue absolument normale qu'après plus d'une heure.

» Nous n'avons observé absolument aucun effet général sur aucun de nous. Les suites locales ont été à peu près les mêmes chez tous.

» Trois ou quatre heures après l'injection, le niveau de la piqûre devient un peu douloureux. Toute la soirée de ce jour-là, il y a de la douleur locale, peu vive, avec léger empâtement diffus et un peu de rougeur. Le lendemain tout cela est fort atténué; il reste seulement un peu de douleur à la pression de la région injectée. Chez aucun de nous il n'y a eu d'abcès, ni même d'inflammation vraie.

» En résumé, il paraît démontré que l'injection hypodermique de $0^{gr},01$ de chlorhydrate de cocaïne produit, *chez l'homme*, une *zone d'anesthésie cutanée* très nette, sans phénomènes généraux et avec des suites locales insignifiantes. Cette anesthésie dure un temps suffisant pour qu'on puisse faire un certain nombre d'opérations chirurgicales. Si l'on veut appliquer ce moyen pour l'anesthésie opératoire locale, il sera bon d'*injecter* $0^{gr},01$ *ou* $0^{gr},02$ *au moins, de faire arriver le liquide juste au-dessous de la région que l'on veut inciser et d'opérer cinq à dix minutes après l'injection.* »

PHYSIOLOGIE. — *Influence des variations de la composition centésimale de l'air sur l'intensité des échanges respiratoires.* Note de M. L. **Frédéricq**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« J'ai étudié, sur moi-même et sur des lapins, l'influence que les variations dans la proportion de l'oxygène ou de l'acide carbonique de l'air respiré exercent sur l'intensité des échanges respiratoires, c'est-à-dire sur l'absorption de l'oxygène. J'ai laissé de côté l'exhalation de l'acide carbonique, qui constitue un facteur moins important de la respiration. Les appareils dont je me suis servi ont été décrits en détail dans un travail publié en 1882 (¹).

» *Augmentation de la proportion centésimale d'oxygène.* — L'augmentation de la proportion centésimale de l'oxygène, dans l'air respiré, ne modifie en rien l'intensité de l'absorption de ce gaz par la respiration.

» Il est cependant nécessaire de prendre une précaution spéciale, lorsqu'il s'agit de faire une expérience de courte durée au moyen d'une atmosphère d'oxygène ou riche en oxygène. Il faut que le sujet ait respiré pendant quelques minutes, immédiatement avant l'expérience, un mélange gazeux de même composition que celui qui est contenu dans le spiromètre de l'appareil respiratoire.

» En effet, lorsque le sujet passe de la respiration aérienne ordinaire à la respiration d'oxygène pur ou à celle d'un mélange plus riche en oxygène que l'air, il se produit, pendant les premières minutes, une augmentation dans l'absorption de l'oxygène due à une dissolution de ce gaz dans le plasma sanguin et lymphatique. Dès que l'équilibre de tension se trouve rétabli entre l'oxygène du plasma et l'air des alvéoles pulmonaires, l'absorption respiratoire de l'oxygène redescend à sa valeur normale. Ce fait n'est pas absolument nouveau. Speck était arrivé aux mêmes conclusions. Cependant, les expériences invoquées par lui ne me paraissent pas à l'abri de toute critique.

» *Diminution dans la proportion centésimale d'oxygène.* — Quand le sujet respire une atmosphère pauvre en oxygène, l'absorption de ce gaz diminue, ce qui provoque une dyspnée plus ou moins intense. Ceci n'est qu'une confirmation d'un fait généralement admis.

(¹) Léon Frédéricq, *Sur la régulation de la température chez les animaux à sang chaud* (*Archives de Biologie*, t. IV, p. 716).

» *Augmentation dans la proportion centésimale de l'acide carbonique.* — L'homme peut respirer pendant assez longtemps un mélange riche en oxygène, mais contenant 5 à 6 pour 100 ou même davantage de CO^2. Il s'établit, dans ces conditions, une forme spéciale de dyspnée caractérisée par une respiration anxieuse, plus ou moins convulsive, et une céphalalgie rappelant la migraine. Au point de vue des phénomènes chimiques de la respiration, cette dyspnée se distingue nettement de celle qui est due à un déficit d'oxygène. L'absorption de ce gaz, loin de diminuer sous l'influence de l'acide carbonique, augmente, au contraire, notablement. A petite dose, l'acide carbonique agit donc comme un excitant puissant de l'absorption d'oxygène, c'est-à-dire des combustions respiratoires.

» Les quelques expérimentateurs qui ont jusqu'ici étudié l'action que l'acide carbonique exerce sur les phénomènes chimiques de la respiration, sont arrivés à un résultat diamétralement opposé. Pour eux, ce gaz diminue notablement l'intensité des combustions interstitielles. Cela tient sans doute à ce fait que les doses de l'acide carbonique employé par eux étaient beaucoup plus considérables que la proportion centésimale indiquée plus haut. Leurs expériences se rapportent plutôt à l'empoisonnement par l'acide carbonique qu'à la dyspnée.

» L'exposé détaillé de mes expériences et le résumé historique de la question seront publiés ultérieurement. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Du rachis dans la série des animaux vertébrés.* Note de M. **A. Lavocat**.

» Dans la série des Vertébrés, le rachis se développe graduellement, comme dans les périodes embryonnaire et fœtale des animaux supérieurs.

» D'abord membraneux ou cellulo-fibreux, il entoure la notocorde et la moelle épinière : cet état rudimentaire est permanent chez l'Amphioxus. Puis, il devient cartilagineux et segmenté en vertèbres : ce qui est l'état définitif des Poissons inférieurs.

» Le rachis est déjà osseux dans les Poissons supérieurs, et les vertèbres sont formées de trois pièces : le centrum et les deux arcs supérieurs ou neuraux, pourvus chacun d'éminences dites *apophyses épineuse, transverse, articulaires ou zygapophyses.*

» Les arcs neuraux sont répétés inférieurement par les arcs hémaux,

c'est-à-dire par les côtes et les membres. A la région cervicale, il n'y a de côtes que chez les Reptiles dépourvus de membres, comme les Serpents, ce qui concourt à prouver que les membres sont des côtes modifiées.

» Les vertèbres dorsales sont généralement caractérisées par les côtes thoraciques, qui s'y articulent.

» Dans la région lombaire, les côtes manquent ou sont incomplètes, c'est-à-dire réduites soit à leur partie supérieure (Poissons et Serpents), soit à leur partie inférieure (Crocodiles).

» La région sacrée donne appui aux os iliaques, toutes les fois que les membres postérieurs existent.

» La région coccygienne peut porter des côtes, en forme de V ou de chevron, principalement lorsque la queue est longue et forte, comme dans les Poissons, les Crocodiles et les Cétacés.

» Dans la classe des Poissons, le thorax est engagé sous le crâne, et les quelques vertèbres qui font suite à la tête sont lombaires; les autres, en grand nombre, sont toutes caudales, et généralement caractérisées par la symétrie et la presque égalité de leurs arcs supérieurs et inférieurs.

» La transition des Poissons inférieurs aux Reptiles est constituée par les Amphibiens, comme le Lépidosiren, dont le rachis est fibro-cartilagineux, et les centrum biconcaves. La forme préconcave apparaît déjà chez les Batraciens anoures, et se conserve dans les Serpents, les Lézards, les Crocodiles, etc.

» A mesure que les membres se développent, le rachis des Reptiles se différencie en régions distinctes, composées de vertèbres, dont le plus grand nombre appartient à la queue, sauf dans les Grenouilles et les Tortues.

» Le passage des Reptiles aux Oiseaux est manifeste dans les espèces fossiles, dites *Ornithoscélides* et *Ptérosaures*. Ici, le rachis est caractérisé par la mobilité des vertèbres du cou, dont le nombre variable peut s'élever de 10 à 24, tandis que, dans les autres régions, les vertèbres, moins nombreuses, sont moins mobiles ou même soudées entre elles.

» Dans la classe des Mammifères, les centrum sont préconvexes et postconcaves. La région cervicale est composée de 7 pièces; dans les autres régions, à mesure que les formes se perfectionnent, les vertèbres sont de moins en moins nombreuses, même à la queue, excepté dans les Mammifères aquatiques.

» Dans les Vertébrés ovipares, chaque arc neural est formé d'une seule pièce (neurapophyse). Chez les Mammifères, de nouveaux éléments s'a-

joutent, pendant le jeune âge, à ces arcs vertébraux : ce sont quatre noyaux épiphysaires, dont un (neurépine) au sommet de l'apophyse épineuse, et un (diapophyse) sur l'apophyse transverse; les deux autres (pré-apophyse et postapophyse) se développent, en avant et en arrière, sur la base des lames neurales : chacun d'eux se prolonge inférieurement sur l'extrémité correspondante du centrum et se réunit à l'opposé. Ces épiphyses complémentaires se soudent beaucoup plus tard chez l'Homme que dans les Quadrupèdes.

» Chez les Vertébrés ovipares, il n'y a d'épiphyses que sur les éminences transverses du cou, et seulement chez les Crocodiles et les Oiseaux : ces appendices costiformes sont des diapophyses neurales, et non des côtes.

» L'atlas des Mammifères, de même que celui des Reptiles et des Oiseaux, se compose des trois pièces fondamentales : le centrum et les deux arcs neuraux. Il y a aussi l'épiphyse de l'éminence transverse (diapophyse), qui est très faible; mais pas d'apophyse épineuse, ni d'épiphyse complémentaire (neurépine).

» L'axis est constitué comme les autres vertèbres; de plus, en avant du centrum et de l'épiphyse antérieure (préapophyse), se fixe l'apophyse odontoïde qui, chez les Reptiles et les Oiseaux, appartient à l'axis. Chez les Mammifères, cette éminence est formée par les deux épiphyses (préapophyse et postapophyse) qui, détachées de l'atlas, se sont réunies au devant de l'axis, en forme de pivot, éminemment favorable aux mouvements de rotation de l'atlas et de la tête. »

ZOOLOGIE. — *Sur la constitution des Rhizopodes réticulaires.* Note de M. DE FOLIN, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« Les explorations du *Travailleur* et du *Talisman* ont donné lieu à la constatation d'un nombre considérable de faits dont l'étude a mis en lumière un nombre de documents non moins grand; la plupart d'entre eux sont assez importants pour autoriser la présentation de l'ordre des Rhizopodes réticulaires sous un jour nouveau.

» Ils ont permis d'abord de reconnaître un caractère commun à tous les organismes qui lui appartiennent. Le protoplasma qui en est la base est toujours mélangé de corpuscules étrangers, minéraux ou végétaux, débris de toutes sortes : ce sont les *pseudostes*. Par cette annexion, le protoplasma devient sarcode rhizopodique.

» Ils font découvrir ensuite le premier terme de la série consistant en une petite masse protoplasmique à laquelle j'ai donné le nom de *Bathybiopsis*. Elle jouit déjà de la propriété de produire une sécrétion, mais à son début elle n'a d'autre efficacité que celle de souder les pseudostes à la matière organique. Comment la sécrétion peut-elle se produire?

» Nous avons pensé que le fait devait résulter d'une action chimique analogue à celle qu'exercent les Corallines pour soustraire aux eaux le calcaire dont elles s'encroûtent, en distinguant que cette aptitude ne se borne pas chez les Rhizopodes à se procurer les sels qui leur sont nécessaires, qu'elle se complique, puisqu'elle leur permet de déterminer et de régulariser l'emploi de ces matières en progressant peu à peu.

» Dans ces conditions, la masse protoplasmique se différencie par l'influence qu'exerce sur elle l'emploi de la sécrétion ; elle s'épaissit, se condense pour devenir submembraneuse et pour former une enveloppe qui entoure la partie centrale. C'est déjà la tendance à la recherche d'une protection, c'est le premier pas que fait l'animal sur la voie qui doit le conduire à se composer l'abri d'une cuirasse, d'un rempart, d'une demeure. Mais, avant qu'il arrive à s'établir au dedans de semblables refuges, la différenciation opère quelques transformations : l'état submembraneux passe au membraneux, au subchitineux, puis au chitineux, et ces nouvelles situations ne sont établies que dans le but d'entourer encore la partie de l'organisme qui ne varie pas, le sarcode rhizopodique simple demeurant constamment centre vital.

» Ces quatre états, submembraneux, membraneux, subchitineux et chitineux sont donc les seules formes sous lesquelles apparaissent les résultats de la différenciation, et c'est d'abord sur les premiers termes de la série qu'elles enveloppent qu'on peut les observer. Cependant le fait est acquis pour persister; après avoir servi en quelque sorte de peau aux *Nus* et aux *Demi-nus*, ces mêmes enveloppes continueront à entourer le sarcode central, quel que soit le degré d'élévation qu'il ait acquis. Tous les Rhizopodes réticulaires en sont pourvus, soit qu'elle leur serve de tunique ou bien que, formant une gaine qui demeure vide, le sarcode ne s'établisse sur celle-ci à peu près comme la soie sur la carcasse d'un chapeau; c'est le cas des *Vaseux :* cela se comprend fort bien en raison de la façon dont ils établissent leur demeure. De très bons types de la tunique s'obtiennent aisément en décalcifiant des *Rotalina*. Toutes les loges parfaitement moulées sur les parois internes qu'elles revêtaient sont mises à nu, les canaux au moyen desquels elles étaient en communication sont

très distincts, parfois on aperçoit les foramens, et dans quelques cas on les trouve hérissés par de petits tubes qui garnissaient le passage à travers le test. Ces tuniques sont chitineuses, solides, de couleur jaunâtre, très limpides et transparentes ; en déroulant leur spire, on la redresse, et alors la série de loges se montre sous l'aspect d'articles placés bout à bout. Elle est d'une extrême ténuité chez les sujets appartenant à la tribu des Vitreux.

» On peut donc considérer l'existence de ces tuniques comme un second caractère général des Rhizopodes réticulaires.

» A mesure que la série s'élève, on remarque les efforts de plus en plus prononcés que fait l'animal pour se garantir des dangers qui le menacent. Nu, il se cache dans quelque cavité. Demi-nu, il se recouvre en partie de grains de sable, de débris de tests, de fragments de spicules ou bien il s'applique tout entier sur une surface solide. Il en vient à s'entourer de vase, formant avec celle-ci, le sarcode et la sécrétion, sa première demeure construite par lui.

» Ce mélange de la sécrétion au sarcode jouera dorénavant un rôle important dans la marche ascendante ; c'est lui qui cimentera ou qui soudera, ce qui lui impose la dénomination de *sarcoderme*.

» C'est alors qu'il a fait ses preuves en servant à solidifier les *Vaseux*, qu'il s'emploie à la formation des *Pâteux* dont l'enveloppe, souvent fort épaisse, consiste en une sorte de feutrage fort curieux à étudier.

» Il composera, pour assembler les Globigérinacés, une espèce de cage ou de réseau à mailles fort épaisses, dans lesquelles seront enchâssées les Globigérines et les Orbulines qui, par leur réunion, constitueront la muraille de défense.

» Pour former les enveloppes des Spiculacés, le sarcoderme soudera des fragments de spicules les uns aux autres ; il établira ainsi des demeures de cristal merveilleuses de forme et d'une structure excessivement soignée.

» Les *Arénacés* viendront ensuite, plus solides, aux murailles parfois minces et d'un fini extraordinaire, d'autres fois très épaisses et rugueuses. Ils dénoncent un progrès dans la force avec laquelle l'agent de liaison procède, progrès de la sécrétion.

» Sa puissance effective s'est, en effet, tellement accrue que les proportions du sarcode dans le sarcoderme ont sensiblement diminué et que la demeure en arrive à prendre l'aspect d'un test calcaire : c'est ce que montre celle des *Porcellanés*.

» L'aptitude à cette formation devient plus grande encore, et elle pro-

duit les enveloppes fines et parfois cristallines et pures de la tribu des *Vitreux* qui, par ce motif, doivent loger les organismes les plus élevés de l'ordre.

» Cependant, si l'on compare le centre vital des individus de ce dernier groupe au sarcode du premier terme de la série, on les trouve identiques ; la différenciation n'a donc produit d'effet que sur les enveloppes, et, comme elle est due à l'intervention de la sécrétion, c'est donc seulement celle-ci qui effectivement progresse.

» Chacune de ces étapes qui acheminent le *Bathybiopsis* jusqu'au dernier des Vitreux est constituée par un groupe d'organismes revêtus d'un caractère particulier, spécial à chacune d'elles. C'est ce qui permet d'établir une première division de l'ordre en tribus. Elles se succèdent si régulièrement en suivant leur marche ascendante, que, sans tenir compte des caractères qui les attachent les unes aux autres, puisque ceux-ci sont propres à toute la série, on n'éprouverait aucune difficulté à reconnaître qu'elles lui appartiennent positivement et qu'elles composent un ensemble qui ne peut se démembrer. Elles sont au nombre de neuf, se succédant ainsi qu'il suit :

Première tribu : les Nus.
Deuxième tribu : les Demi-nus.
Troisième tribu : les Vaseux.
Quatrième tribu : les Pâteux.
Cinquième tribu : les Globigérinacés.
Sixième tribu : les Spiculacés.
Septième tribu : les Arénacés.
Huitième tribu : les Porcellanés.
Neuvième tribu : les Vitreux.

ZOOLOGIE. — *Sur les Acariens qui vivent dans le tuyau des plumes des oiseaux.* Note de M. E.-L. TROUESSART, présentée par M. Alph. Milne-Edwards.

« La présence d'Acariens dans le tuyau des plumes des oiseaux a été signalée pour la première fois par le professeur Heller (de Kiel) en 1879 [1], et l'espèce qu'il avait trouvée sur les poulets et les pigeons a été décrite et figurée en 1882 par le D[r] C. Nörner (de Vienne), sous le nom de *Syringophilus bipectinatus*, dans un recueil vétérinaire autrichien [2] assez peu répandu pour que cette découverte soit restée jusqu'à ce jour ignorée de la grande majorité des naturalistes.

» Dans le cours de nos recherches sur les Sarcoptides plumicoles nous avons rencontré ce type intéressant chez un très grand nombre d'oiseaux,

(1) *Die Schmarotzer*, 1880, p. 137.
(2) *Vierteljahresschrift für Veterinärkunde*, LVII, 2 Heft (Vienne, 1882).

tels que la bécassine (*Gallinago major*), l'hirondelle de mer (*Sterna hirundo*), plusieurs canards (*Anas boschas*, *A. clypeata*), le vanneau (*Vanellus cristatus*), l'engoulevent (*Caprimulgus europæus*), le couroucou d'Amérique (*Trogon curucui*) et sur l'*Anthornis melanura* de la Nouvelle-Zélande, de sorte que ce genre, dont il existe peut-être plusieurs espèces en tout cas très voisines, peut être considéré comme très répandu et probablement cosmopolite. Le genre *Picobia*, décrit en 1877 par le Dr G. Haller [1], d'après une seule femelle (ou nymphe ?) trouvée dans le tissu cellulaire sous-cutané d'un pic (*Picus canus*), forme un genre distinct, mais très rapproché du *Syringophilus*, et qui doit avoir les mêmes mœurs.

» Ces deux genres constituent dans la sous-famille des Cheylétiens un petit groupe dégradé par le parasitisme et caractérisé par la forme allongée, vermiculaire du corps et l'atrophie des palpes qui ne sont pas plus développés ni mieux armés que ceux des Sarcoptides. On trouve les Syringophiles dans le tuyau des pennes de l'aile et de la queue et souvent dans celui des tectrices alaires. Sur les plumes atteintes, ce tuyau a perdu sa transparence : au lieu des *cônes* réguliers formés par le retrait de la *pulpe* qu'on y voit à l'état normal, on n'y distingue plus qu'une matière opaque et pulvérulente. Si l'on fend la plume et qu'on examine cette matière au microscope, on voit qu'elle est formée de Syringophiles vivants, mais presque inertes, à tous les âges, entourés de leurs peaux de mues, de leurs fèces noirâtres et des débris des cônes qu'ils ont détruits pour se nourrir.

» Accidentellement on rencontre des individus isolés en dehors des plumes. Il est probable que tous en sortent à l'automne, quand les plumes desséchées sont près de tomber, et vont chercher un nouveau logement dans les plumes récemment poussées. M. Nörner suppose qu'ils s'introduisent par l'ombilic inférieur de la plume. Cette supposition nous paraît inadmissible.

» Si l'on étudie, en effet, le mode de croissance de la jeune plume, on voit que, chez cet organe, l'ombilic inférieur, obturé par des vaisseaux gorgés de sang, est impénétrable à des animaux aussi mal armés. Mais il n'en est pas de même de *l'ombilic supérieur* qui reste largement ouvert pendant toute la période du développement et ne s'obture qu'au moment où le tuyau se soude à la tige qui en est sortie comme d'un fourreau. Il est évident que c'est par cet orifice supérieur que les Syringophiles s'introdui-

---

(1) *Zeitschrift für Wissensch. Zoologie*, 1877. — Voyez aussi : MÉGNIN, *Mémoire sur les cheylétides parasites*, dans le *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, 1878, pl. XXXI.

sent. Au contraire, c'est par l'ombilic inférieur qu'ils doivent sortir, mais seulement après le desséchement et la mort de la plume, à la mue d'automne, époque où cet orifice devient libre, et c'est par là aussi que la *Picobia* du Dr Haller a pu pénétrer dans le tissu cellulaire sous-cutané.

» A l'appui de cette opinion, nous pouvons citer les faits que nous venons d'observer chez les Sarcoptides plumicoles qui pénètrent aussi plus ou moins accidentellement dans le tuyau des plumes. M. Robin a noté depuis longtemps (1) que ces animaux disparaissent plus ou moins complètement, pendant l'hiver, des barbules des pennes de l'aile où ils se tiennent en été, mais sans pouvoir indiquer la cause de cette disparition, bien qu'il ait constaté qu'*après la mort de l'oiseau* les acariens se portent vers la racine de la plume.

» Cette sorte de migration présente un caractère beaucoup plus général que ne l'a pensé M. Robin : elle a pour cause le refroidissement ou le desséchement de la plume et non la mort de l'oiseau. Si l'on examine à l'époque actuelle de l'année (novembre) un oiseau récemment tué, on trouve très peu d'acariens entre les barbules des pennes de l'aile; mais si l'on examine avec soin l'ombilic supérieur de ces pennes et des couvertures alaires, on y trouve souvent en grand nombre des nymphes et même des adultes agglomérés entre le sillon inférieur de la tige et la petite touffe de barbules qui s'insère à l'ombilic même, ou engagés dans ce canal, quand il n'est pas complètement oblitéré ; à côté, on trouve des peaux de mues en grand nombre, ce qui prouve bien que ce n'est pas là un phénomène exclusivement *post mortem*. Le desséchement de la plume, en arrêtant l'afflux des liquides gras dont ces animaux se nourrissent, est la véritable cause de cette migration : il peut être produit par la mue, par le froid, comme pendant l'hiver, ou par la mort de l'oiseau.

» Il semble qu'il y ait là un phénomène de *parasitisme intermittent*, analogue à celui qu'a signalé M. Mégnin chez le *Chorioptes spatiferus* du cheval. Pendant l'été, les Sarcoptides plumicoles trouvent une nourriture et une température suffisantes entre les barbes des plumes de l'aile; à l'époque de la mue et pendant l'hiver, la disette de nourriture et l'abaissement de la température les forcent à se rapprocher de la peau, couverte alors d'un épais duvet; ils cherchent même à pénétrer dans le tissu cellulaire sous-cutané, comme le *Pterolichus* (*Falciger*) *rostratus*, mais toujours en traversant le tuyau de la plume, qui n'est généralement pour eux qu'un lieu

(1) *Journal d'Anatomie et de Physiologie*, 1877, p. 391, note 3.

de passage, tandis que c'est l'habitat normal, le lieu d'élection (au moins pendant l'hiver) des Syringophiles. Certaines espèces d'Analgésiens, cependant, semblent pouvoir hiverner dans le tuyau même : tel est le cas, notamment, pour la petite espèce décrite par M. Nörner, sous le nom d'*Analges minor* ([1]), car les prétendues *larves tétrapodes,* figurées par lui, sont évidemment des *nymphes hypopiales,* absolument comparables à celles du *Pterolichus* (*F.*) *rostratus,* que l'on trouve dans le tissu cellulaire souscutané du pigeon. »

BOTANIQUE FOSSILE. — *Sur l'existence d'Astérophyllites phanérogames.* Note de MM. B. Renault et R. Zeiller, présentée par M. Daubrée.

« Sous le nom d'*Astérophyllites,* les paléobotanistes ont groupé des rameaux d'origines très diverses, articulés, fistuleux, portant à chaque nœud des ramules opposés ou verticillés, ou bien simplement des feuilles aciculaires de grandeur variable. Ces rameaux ont été détachés de tiges articulées elles-mêmes, *Calamophyllites, Calamites, Calamodendron, Arthropitys,* etc., regardées par certains savants comme étant, toutes sans exception, des plantes cryptogames, tandis qu'elles sont, au contraire, divisées par d'autres en deux grandes sections : la première restant parmi les Cryptogames, la seconde faisant partie des Phanérogames.

» Dans tous les genres les rameaux sont caducs : il est donc extrêmement rare de les trouver adhérents à la tige, et, les fructifications étant par ce fait séparées en même temps, on ne peut s'en servir pour déterminer l'embranchement auquel appartient la tige mère.

» Cependant, si la première hypothèse est vraie, si tous les Astérophyllites sont cryptogames, *toutes* les fructifications portées par des rameaux d'Astérophyllites seront cryptogames. Si la deuxième, au contraire, est juste, on devra rencontrer sur ces rameaux tantôt des fructifications cryptogames, tantôt des fructifications phanérogames.

» Les fructifications de quelques Astérophyllites cryptogames sont assez bien connues. L'un de nous ([1]) les a décrites en détail et a montré que certains épis étaient hétérosporés, c'est-à-dire portaient : en haut, des

---

([1]) *Verhandlungen der k.k. zoologisch.-botanischen Gesellschaft in Wien,* 1882, pl. XIX.

([2]) *Comptes rendus,* séance du 24 avril 1876; *Annales des Sciences naturelles,* 6e série, t. III, et *Comptes rendus* du 13 février 1882.

microsporanges, et, au-dessous de ces organes, des *macrosporanges* encore remplis de spores.

» L'existence d'Astérophyllites cryptogames ne laisse donc pas de doute, mais il n'en est pas ainsi de celle des Astérophyllites phanérogames. Brongniart (¹) admettait bien que certains Astérophyllites pouvaient avoir porté des graines, à cause de la présence, entre ces rameaux, de petites graines ovales aplaties ressemblant à celle des Ifs ou des Thuya, mais il n'en avait pas rencontré qui fussent encore en place. M. Grand'Eury regarde également comme phanérogames les *A. densifolius* et *A. viticulosus*, dont les feuilles sont rigides, coriaces, et qui ont laissé des empreintes très charbonneuses.

» Ces faits, qui ont bien quelque valeur, ne sont pas suffisants pour démontrer d'une manière irréfutable la réalité des Astérophyllites phanérogames. C'est pourquoi nous croyons devoir appeler l'attention sur un rameau fructifère d'Astérophyllite provenant de la collection rassemblée à Commentry par M. Fayol.

» Ce rameau remarquable mesure $0^m,08$ de longueur et présente cinq articulations sensiblement renflées ; de chacune s'écartent perpendiculairement au rameau deux ramules opposés et transformés sur presque toute leur longueur en épis. Les entre-nœuds sont légèrement striés en long et mesurent successivement de bas en haut 28^{mm}, 24^{mm}, 19^{mm}, 9^{mm}.

» La longueur des épis entiers varie de $0^m,05$ à $0^m,06$; ils sont au nombre de onze, car le verticille supérieur en porte trois, celui du milieu paraissant continuer le rameau.

» Les verticilles des épis sont distants de 2^{mm} à $2^{mm},5$; sur chacun d'eux se trouvent réunies 16 ou 18 bractées, longues de 6^{mm} à 7^{mm} et larges de 1^{mm}; elles sont contiguës à la base, planes en dessous, d'abord dirigées horizontalement, puis dressées; l'extrémité libre est lancéolée aiguë; elles supportent à leur aisselle des corps arrondis qui ne peuvent nullement être comparés aux groupes de sporanges des Astérophyllites cryptogames, mais ressemblent à des graines.

» Beaucoup de verticilles en sont dépourvus; là où on les remarque, ces graines se présentent sous la forme de corps charbonneux, elliptiques, longs de 3^{mm} et larges de $1^{mm},5$ à 2^{mm}, surmontés d'une pointe micropylaire bien nette; ces dimensions sont à peu près celles des *Gnetopsis*, cependant il n'a pas été possible de distinguer d'appareil disséminateur; on ne peut d'un autre côté les confondre avec les *Stephanospermum* à cause de

(¹) *Tableau des genres de végétaux fossiles*, p. 49.

leur taille plus petite et de l'absence de couronne. Gœppert a signalé sous le nom de *Calathiops microcarpa* (1) des organes verticillés qui, si l'on s'en rapporte à la *fig.* 10, seraient plutôt des empreintes de graines que celles de feuilles; ces empreintes rappelleraient nos graines, toutefois sous de plus petites dimensions.

» Mais il est bien plus probable que nous avons affaire ici à un genre nouveau, qui, pour être défini d'une manière plus précise, exigerait d'autres échantillons.

» En écrivant cette Note, notre but unique est, du reste, de faire connaître un fait positif démontrant que certains Astérophyllites ont porté des graines et, par conséquent, sont phanérogames. »

LITHOLOGIE. — *Le kersanton du Croisic.* Note de M. **Stan. Meunier**.

« En parcourant la côte entre le bourg de Batz et le Croisic (Loire-Inférieure), j'ai fixé mon attention sur un épais filon de roche noirâtre et peu cohérente, traversant la granulite presque verticalement. Ayant soumis cette roche à une série d'essais, j'ai reconnu qu'elle constitue une variété du kersanton de Delesse, dont le gisement n'avait pas, que je sache, été signalé dens cette partie de la Bretagne.

» Au microscope, une lame mince montre, avant tout, la prédominance d'un feldspath triclinique et du mica brun ferro-magnésien. Le premier est associé d'une manière très intime à de la calcite, dont la manière d'être s'oppose certainement à l'opinion parfois émise, de son introduction dans la roche par voie d'infiltration et de concrétion : conformément aux conclusions de Delesse, on doit y voir un minéral originaire. Le mica brun est remarquable à plusieurs égards, et d'abord par l'absence de toute forme cristalline définie. Ses lamelles sont déchiquetées et comme corrodées, de façon à présenter des contours tout à fait arrondis. En second lieu, il faut y signaler l'abondance des inclusions; celles-ci, alignées selon les clivages, consistent surtout en microlithes, dont quelques-uns se signalent par leur transparence et leur couleur verdâtre; avec eux, sont des traînées de petites cavités grisâtres. Perpendiculairement aux feuillets du mica, de petites aiguilles se montrent quelquefois : je me suis assuré qu'elles consistent en apatite, minéral sur lequel je vais revenir. Pour en finir avec le mica, il faut remarquer qu'en de nombreux points, il passe par des inter-

(1) *Die fossile Flora der permischen Formation,* tab. LXIV, *fig.* 8, 9, 10.

médiaires ménagés, à un minéral d'un vert clair, qu'il est légitime de rapporter, non pas à l'amphibole, mais à la chlorite. L'examen de certains échantillons conduit tout naturellement à voir dans cette chlorite un produit de l'altération du mica. Parfois les éléments bruns et verts alternent entre eux : une même lame est verte à un bout et brune à l'autre ; et ce passage contraste avec l'existence, dans d'autres régions, de lamelles juxtaposées.

» Les intervalles laissés entre les grains feldspathiques, les grains calcaires et les lamelles micacées, sont remplis de quartz, bien reconnaissable à tous ses caractères et rempli d'inclusions vitreuses ou fluides, ainsi que de très petits corpuscules absolument opaques, les uns cristallins, comparables à de la pyrite, les autres arrondis comme le fer oxydulé.

» Tous les échantillons de kersanton du Croisic renferment de l'apatite; dans quelques-uns, ce minéral est très abondant. Il se présente en aiguilles prismatiques, parfois très longues et pourvues çà et là de pointements plus ou moins émoussés. Ces cristaux, riches en clivages perpendiculaires à leur axe, sont fréquemment courbés et même brisés, leurs tronçons étant, suivant les cas, en contact mutuel, ou plus ou moins écartés les uns des autres. En diverses régions, ces fragments de cristaux, en même temps que des grains arrondis ou irréguliers de substances opaques et des lamelles corrodées de mica, paraissent avoir été entraînés comme par une sorte de fluidalité; j'ai noté des points où le courant fluidal est recoupé de veinules contournées, d'une substance jaunâtre, peu active sur la lumière polarisée. Les cristaux d'apatite sont parfois riches en inclusions, d'ordinaire disposées suivant leur ligne moyenne.

» En résumé, les environs du Croisic devront être cités parmi les localités où affleure le kersanton ; on y trouve même une variété de cette roche qui paraît plus riche en apatite que les types ordinairement décrits. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un phénomène de cristallogénie, à propos de la fluorine de la roche Cornet, près de Pontgibaud (Puy-de-Dôme).* Note de M. F. GONNARD, présentée par M. Fouqué.

« Les minéralogistes connaissent depuis longtemps les exemples d'*encapuchonnage* multiple que présentent les cristaux de fluorine du filon de la roche Cornet, près de Pontgibaud. Sur des plaques de quartz amorphe, de quelques centimètres d'épaisseur, se sont développées des cristallisations successives de fluorine diversement colorée; ordinairement violette dans

les masses sous-jacentes, de même couleur ou de toute autre et, notamment, verte pour les cristaux extérieurs. L'emboîtement se fait entre octaèdres. Souvent des dépôts quartzeux viennent s'intercaler entre deux formations de fluorine, et ils recouvrent même les cristaux de l'extérieur, d'un revêtement continu et assez adhérent de matière cristallisée. La forme octaédrique n'est nullement masquée par ce revêtement, que je n'ai pas observé sur les cubes. C'est sur ces groupements d'octaèdres que j'ai fait l'observation suivante :

» L'un d'eux est formé de la réunion de plusieurs octaèdres de fluorine violette, dont les axes ont d'ailleurs, les uns relativement aux autres, une direction quelconque. Ces octaèdres, de $0^{m},02$ à $0^{m},03$ de longueur d'arête, sont revêtus d'une enveloppe de quartz hyalin cristallisé, d'à peu près $0^{m},0015$ d'épaisseur. Sur ce groupe ainsi disposé, sont venus se développer ultérieurement, çà et là, de petits cristaux cubiques de fluorine jaune de $0^{m},004$ à $0^{m},005$ de côté.

» En examinant ces derniers, j'ai reconnu qu'ils n'étaient pas disposés au hasard, mais bien de façon que leurs arêtes soient parallèles aux axes de l'octaèdre qui les supportait. On voit bien nettement cette tendance dans les angles rentrants formés par les faces de trois ou quatre octaèdres; plusieurs petits cubes qui s'y trouvent rassemblés, et presque au contact, sont différemment inclinés, suivant qu'ils sont appuyés sur la face de tel ou tel octaèdre. Ainsi, il y a eu, de la part des molécules de fluorine violette sous-jacente sur celles de la fluorine jaune extérieure, une action directrice, exercée à travers cette enveloppe quartzeuse, une orientation par influence, d'éléments minéraux de forme différente et non contigus. »

M. H. Leplay communique les résultats de l'analyse des *masses cuites* de betteraves, sous le rapport de la quantité de chlorure de potassium et de nitrate de potasse qu'elles contiennent.

« On peut résumer comme il suit les quantités de ces sels pour 100^{kg} de racine :

	Maximum.	Minimum.	Moyenne.
	gr	gr	
Nitrate de potasse	342	43	131
Chlorure de potassium	217	65	143

» Il n'y a aucun rapport entre les quantités de nitrate de potasse et de chlorure de potassium. Cela tient surtout à la disparition du nitrate vers la maturité de la plante. »

M. E. Bertrand adresse une Note « Sur l'examen microscopique des roches, en lumière polarisée convergente ».

(Renvoi à l'examen de M. Fouqué).

M. L. Wolkins adresse, de Philadelphie, une Note relative à la production artificielle de divers minéraux; l'auteur déclare avoir obtenu du carbone sous la forme d'une poussière neigeuse, présentant une apparence de cristallisation.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. J.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 15 décembre 1884.

Cours d'exploitation des mines; par M. Haton de la Goupillière; t. II. Paris, Dunod, 1885; in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux; vol. XXXVII, 4e série, t. VII. Bordeaux, imp. J. Durand, 1883; in-8°.

Mémoires de la Société d'émulation du Doubs; 5e série, t. VIII, 1883. Besançon, imp. Dodivers, 1884; in-8°.

Carte du phénomène erratique et des anciens glaciers du versant nord des Alpes suisses et de la chaîne du mont Blanc; par A. Favre. Genève, impr. Ch. Schuchardt, 1884; br. in-8°.

De l'influence de l'eau potable sur la santé publique, ou recherches sur l'hygiène; par H. Michel. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1884; in-12. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

L'Electricité et le choléra; par le Dr A. Tripier. Paris, G. Carré, 1884; opuscule in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

Le remède scientifique du choléra; par J.-L. Baeyens. Bruxelles, impr. Lesigne, 1884; opuscule in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

A propos du choléra. Le fumigateur sulfhydrothermique et le sulfurateur auto-ustullateur; par M. N. Ventura da Silva Pinto. Lisbonne, impr. de l'Académie des Sciences, 1884; in-8°. (Renvoi au concours Bréant.)

La vérité sur la gymnastique. Ce qu'elle doit être; par A. PICQUART. Paris, J.-B. Baillière, 1885; in-12.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du Dr RENARD; année 1883, n° 4; année 1884, n° 1. Moscou, A. Lang, 1884; 2 livr. in-8°.

Les batrachospermes. Organisation, fonctions, développement, classification; par S. SIRODOT. Paris, G. Masson, 1884; in-4° relié. (Présenté par M. Duchartre.)

Comptes rendus des séances de la septième Conférence géodésique internationale pour la mesure des degrés en Europe, réunie à Rome du 15 *au* 24 *octobre* 1883, *rédigés par les Secrétaires* A. HIRSCH *et* TH. v. OPPOLZER, *publiés pour servir de rapport général pour l'année* 1883 *par le Bureau central de l'Association géodésique internationale.* Berlin, G. Reimer, 1884; in-4°.

Paléontologie française ou description des fossiles de la France. Terrain jurassique; liv. 75. Paris, G. Masson, 1884; in-8°. (Présenté par M. Hébert.)

Acta Societatis Scientiarum Fennicæ; tomus XII. Helsingforsiæ, 1884; in-4°.

Calendar of documents relating to Scotland preserved in her Majesty's public record Office, London; edited by J. BAIN; vol. II, A. D. 1272-1307. Edinburgh, 1884; in-8° relié.

Description of an impregnated uterus and of the uterine ova of Echidna hystrix; *by* sir RICHARD OWEN, br. in-8°. (From the *Annals and Magazine of natural history* for december 1884.)

Address of John Evans, D. C. L., L. L. D., the treasurer delivered at the anniversary meeting of the royal Society on monday, december 1, 1884. London, Harrison and Sons, 1884; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 22 DÉCEMBRE 1884.

Direction générale des Douanes. Tableau général des mouvements du cabotage pendant l'année 1883. Paris, Impr. nationale, 1884; in-4°.

Connaissance des Temps ou des mouvements célestes à l'usage des astronomes et des navigateurs pour l'an 1886, *publiée par* le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Annuaire pour l'an 1885, *publié par* le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-18. (Présenté par M. Faye).

Tables des positions géographiques des principaux lieux du globe; par

DAUSSY, DARONDEAU et DE LA ROCHE-PONCIÉ, *continuées par* le Vice-Amiral CLOUÉ. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Présenté par M. Faye.)

Mémores de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève; t. XXVIII, IIe Partie. Genève, A. Cherbuliez et H. Georg, 1883-1884; in-4°.

Iconographie pathologique de l'œuf humain fécondé, en rapport avec l'étiologie de l'avortement; par G.-J. MARTIN SAINT-ANGE. Paris, J.-B. Baillière, 1884; in-4°. (Renvoi au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Géographie physique, agricole, commerciale, industrielle, administrative et historique du département de l'Aube; par P. LESCUYER. Troyes, L. Lacroix, 1884; in-8°. (Renvoi au concours Montyon, Statistique.)

Encyclopédie chimique, publiée sous la direction de M. FREMY; t. IV : *Analyse chimique. Analyse des gaz; par* M. J. OGIER. Paris, Dunod, 1885; in-8°. (Présenté par M. Berthelot.)

Le monde physique; par A. GUILLEMIN. 25e série, livr. 240 à 249. Paris, Hachette et Cie, 1884; in-8° illustré.

Transactions of the Connecticut Academy of Arts and Sciences, vol. VI, Part I. New Haven, 1884; in-8°.

Atti e Memorie della R. Accademia Virgiliana di Mantova. Mantova, tip. lit. Mondovi, 1884; in-4°.

Traité de Paléontologie pratique; par ST. MEUNIER. Paris, J. Rothschild, 1884; in-18 relié.

ERRATA.

Séance du 15 décembre 1884).

Page 1063, ligne 11, *au lieu de*

$$\frac{\chi\left(\operatorname{tang}\frac{x}{2}\right)}{1+\operatorname{tang}^2\frac{x}{2}},\quad \textit{lire}\quad \frac{\chi\left(\operatorname{tang}\frac{x}{2}\right)}{\left(1+\operatorname{tang}^2\frac{x}{2}\right)^n}.$$

Même page, ligne 17, *au lieu de*

$$\frac{1+\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\alpha_i}{1+\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}x},\quad \textit{lire}\quad \left(\frac{1+\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}\alpha_i}{1+\operatorname{tang}^2\frac{1}{2}x}\right)^n$$

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 29 DÉCEMBRE 1884.

PRÉSIDENCE DE M. ROLLAND.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ZOOLOGIE. — *Sur la classification des Taupes de l'ancien continent.* Note de M. ALPH. MILNE-EDWARDS.

« La similitude des formes extérieures est si grande chez les Mammifères insectivores, désignés sous le nom général de *Taupes*, qu'à la suite d'un examen superficiel, on confond souvent des espèces en réalité fort différentes.

» Au contraire, quand on a égard à leurs caractères ostéologiques et principalement à leur dentition, il devient facile de reconnaître parmi ces animaux un certain nombre de groupes bien distincts.

» Les zoologistes répartissent ainsi les Taupes en plusieurs genres :

» 1° Le genre *Talpa* (Linné), dont la formule dentaire est la suivante :

$$\text{I}\,\frac{3-3}{3-3}\,\text{C}\,\frac{1-1}{1-1}\,\text{PM}\,\frac{4-4}{4-4}\,\text{M}\,\frac{3-3}{3-3} = 44 \text{ dents.}$$

» Il comprend seulement quatre espèces : la Taupe commune (*Talpa europœa*, Linné), dont l'aire de dispersion s'étend depuis l'Europe occidentale jusqu'au Japon ; la Taupe

aveugle (*Talpa cæca*, Savi), qui vit en Italie et dans l'Europe méridionale; la Taupe à long museau (*Talpa longirostris*, A. M.-Edwards), du Thibet et de la Chine, et enfin la Taupe à queue courte (*Talpa micrura*, Hodgson), du nord de l'Inde.

» 2° Le genre *Mogera* (Pomel) se distingue du précédent par l'absence de la dernière paire de petites dents antérieures et inférieures, correspondant aux canines; aussi la formule dentaire est-elle

$$\text{I}\,\frac{3-3}{3-3}\,\text{C}\,\frac{1-1}{0-0}\,\text{PM}\,\frac{4-4}{4-4}\,\text{M}\,\frac{3-3}{3-3}=42 \text{ dents.}$$

» Une seule espèce, qui ne se rencontre qu'au Japon et à l'île Formose [1], présente ces caractères : c'est la *Mogera Wogura* (Temminck).

» 3° Le genre *Parascaptor* (Gill) est caractérisé par l'absence de l'une des prémolaires supérieures. La formule dentaire doit donc s'écrire ainsi

$$\text{I}\,\frac{3-3}{3-3}\,\text{C}\,\frac{1-1}{1-1}\,\text{PM}\,\frac{3-3}{4-4}\,\text{M}\,\frac{3-3}{3-3}=42 \text{ dents;}$$

il est représenté par deux espèces : l'une, le *Parascaptor leucurus* (Blyth), trouvée dans le Tenasserim et le Sylhet; l'autre, le *P. lepturus* (Thomas), découverte en Chine.

» Le genre *Scaptochirus*, que j'ai fait connaître en 1867, ne se compose que d'une seule espèce, provenant des collections recueillies en Chine par l'abbé A. David. C'est le *Scaptochirus moschatus*. Il est caractérisé par le nombre des prémolaires qui est réduit à trois aux deux mâchoires; sa formule dentaire est donc

$$\text{I}\,\frac{3-3}{3-3}\,\text{C}\,\frac{1-1}{1-1}\,\text{PM}\,\frac{3-3}{3-3}\,\text{M}\,\frac{3-3}{3-3}=40 \text{ dents.}$$

» L'étude que je viens de faire de diverses espèces appartenant à ces groupes m'a démontré qu'en donnant à ceux-ci le rang de genres, on a exagéré leur valeur zoologique, et qu'il faut seulement les considérer comme des sous-genres. La découverte d'une nouvelle espèce, intermédiaire par ses caractères aux *Scaptochirus* et aux *Parascaptor*, suffirait d'ailleurs à le prouver.

» Cette espèce a été découverte aux environs d'Akbès, sur les confins de la Syrie et de l'Asie Mineure, par M. l'abbé A. David.

» Par le nombre de ses prémolaires, elle ressemble aux *Scaptochirus* et se distingue du *Talpa*; mais la forme des molaires, le peu de développement de la dernière prémolaire, la faible largeur de la face, la rapprochent des Taupes et des *Parascaptor* en particulier.

» La mâchoire inférieure présente une anomalie qui montre le peu d'im-

---

[1] La variété de cette espèce qui habite Formose est appelée par Swinhoe *Talpa insularis*.

portance que l'on doit attacher au nombre des petites dents incisiformes, comprenant les incisives véritables et la canine. Effectivement, du côté droit, il existe quatre de ces dents, et du côté gauche on n'en compte que trois; de telle sorte qu'à droite la disposition des dents antérieures est celle des Taupes ordinaires et des Scaptochires, tandis qu'à gauche elle est identique à celle des Mogères.

» J'ai appelé cette espèce *Scaptochirus davidianus*, pour rappeler le nom de notre savant Correspondant; elle diffère très peu, par son aspect, des Taupes d'Europe. Sa taille est moindre, un individu mâle adulte ne mesure que $0^m,12$; la queue est courte, sa longueur est de $0^m,02$. Le museau est pointu; sur tout le corps, le poil est épais, velouté et d'un gris tirant sur le noir. Les habitudes de cet animal sont les mêmes que celles de notre Taupe; mais il est complètement aveugle : les paupières ne s'ouvrent pas, elles s'étendent au-dessus du globe oculaire, dont les dimensions sont très réduites, comme chez les *Talpa cæca* d'Italie. »

ALGÈBRE. — *Théorème concernant les polynômes algébriques complets; application à la règle des signes de Descartes;* par M. DE JONQUIÈRES.

« Soit $f(x)$ un polynôme algébrique rationnel, entier et *complet*, dont les coefficients, indéterminés quant à leurs valeurs numériques, mais réels, aient des signes donnés (ce qui détermine l'*espèce* du polynôme parmi tous ceux du même degré), et soit a un nombre positif.

» On a le théorème suivant, dont la démonstration est facile :

» THÉORÈME. — *Quelles que soient les valeurs numériques des coefficients dans $f(x)$, il existe toujours deux limites inférieures* A *et* B, *telles que :*

» 1° *Pour toute valeur de a plus grande que* A, *le produit $(x+a)f(x)$ se compose d'un terme initial positif, du degré $m+1$, suivi de $m+1$ termes dont les signes sont les mêmes, respectivement, que ceux du polynôme donné $f(x)$, m étant le degré de $f(x)$;*

» 2° *Pour toute valeur de a plus grande que* B, *le produit $(x-a)f(x)$ se compose d'un terme initial positif du degré $m+1$, suivi de $m+1$ termes dont les signes sont inverses, respectivement, de ceux du polynôme donné, de degré m, $f(x)$.*

» On en conclut aisément un procédé, général et uniforme, simple et certain, pour former, en tel nombre qu'on voudra, des équations numériques, complètes et d'une espèce donnée, dont chacune possède les nombres maxima de racines réelles, positives et négatives, que comporte cette

espèce. On peut même faire en sorte que toutes ces racines, dont le nombre total est m, soient des nombres entiers, et, si l'on veut, les plus petits nombres entiers possibles (je donnerai ailleurs les détails de ce procédé fort simple, ainsi que la démonstration du théorème sur lequel il est fondé).

» De là découle immédiatement la conclusion suivante, qui intéresse la doctrine.

» La règle de Descartes, lorsqu'on ne considère que les équations complètes, s'énonce habituellement ainsi :

» *Une équation quelconque, complète,* ne peut avoir plus de *racines positives que de variations,* ni plus de *racines négatives que de permanences.*

» Ce qu'on vient de dire montre une chose de plus : c'est que, pour quelque espèce de l'équation que ce soit, pourvu qu'elle soit complète, on peut *toujours* déterminer une infinité de systèmes de valeurs numériques des coefficients, tels que, pour chacun de ces systèmes, l'équation *possède effectivement et précisément autant* de racines réelles positives que de variations et *autant* de racines réelles négatives que de permanences ([1]).

» Cela n'était pas évident et, si je ne me trompe, n'avait pas été dit.

» En terminant, je ne veux pas omettre de signaler le lien qui existe entre ces résultats et les ingénieuses et profondes recherches de M. André, bien qu'ils n'en dérivent pas et n'aient pas été inspirés par elles. »

([1]) Ce résultat était annoncé dans la Note qui termine ma Communication du 22 septembre dernier (voir *Comptes rendus,* t. XCIX, p. 483), où je n'entendais d'ailleurs parler, sous ce rapport, que des équations *complètes,* d'espèce quelconque.

Quant aux équations *incomplètes,* la question est plus complexe. Dans le cas le plus simple, où l'équation n'est privée que d'un seul terme, ce n'est plus le binôme $x \pm a$ qu'on doit faire intervenir comme multiplicateur, mais bien le trinôme $(x \pm a)(x \pm b)$, a et b étant deux nombres indéterminés : réels, si le terme manquant est compris entre deux termes de signes contraires; imaginaires conjugués, si les deux termes adjacents ont le même signe. S'il manque deux termes consécutifs, le multiplicateur à introduire est le produit de trois facteurs du premier degré; etc. Je me propose de revenir sur ce sujet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MM. **Ed. Nicati** et **M. Rietsch** adressent, par l'entremise de M. A. Milne-Edwards, une Note « Sur la vitalité du bacille-virgule dans différentes eaux ».

(Renvoi à la Commission du legs Bréant.)

M. **E. Sockhlet** adresse, de Retz, une Note relative à un procédé pour combattre le Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **E. Ferrero** adresse une Note relative à l'histoire de la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume de M. *G. Richard,* accompagné d'un Atlas, sous le titre « Les moteurs à gaz ». (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales.* Note de M. **H. Poincaré**, présentée par M. Hermite.

« La découverte récente de M. Picard sur les différentielles totales de première espèce a ouvert aux analystes une voie toute nouvelle où ils rencontreront sans aucun doute bien des propositions importantes. Aussi ne sera-t-il peut-être pas sans intérêt de signaler ici certains résultats partiels qui, bien que très faciles à démontrer, pourront être utiles aux géomètres qui s'occuperont de cette question.

» J'ai cherché d'abord à déterminer quelles sont les surfaces du quatrième ordre qui possèdent des intégrales de première espèce. J'ai trouvé que toutes ces surfaces peuvent se ramener, par un changement linéaire de variables, soit à la surface réglée

$$x^2(az^2+2b-z+c)+2xy(a'z^2+2b'z+c') \\ +y^2(a''z^2+2b''z+c'')=0,$$

qui admet l'intégrale

$$\int \frac{y\,dz}{x(az^2+2bz+c)+y(a'z^2+2b'z+c')},$$

soit à la surface de révolution

$$(x^2+y^2)^2+2(x^2+y^2)Z_2+Z_4=0$$

(Z_2 et Z_4 désignant deux polygones de degré 2 et 4 en z), qui admet l'intégrale

$$\int \frac{dz}{x^2+y^2+Z_2}.$$

» Il est ailleurs aisé de voir que toutes les surfaces réglées et toutes les surfaces de révolution admettent des intégrales de première espèce, à moins, bien entendu, qu'elles ne soient unicursales.

» Si une surface admet une intégrale de première espèce u, réductible aux intégrales elliptiques, les courbes $u=$ const. sont algébriques.

» Si l'on peut tracer sur une surface une courbe unicursale, et si u est une intégrale de première espèce quelconque de cette surface, la valeur de u sera la même tout le long de la courbe.

» De même, si la surface admet un point conique du second ordre, dont le cône tangent soit indécomposable, la valeur de u en ce point conique sera *déterminée*.

» Si l'on peut tracer sur une surface deux séries de courbes unicursales, elle n'aura pas d'intégrale de première espèce; si, sur une surface non unicursale, on peut tracer une série de courbes unicursales, de telle façon que par chaque point de la surface passe, en général, une seule de ces courbes, elle aura des intégrales de première espèce.

» Supposons qu'une surface soit engendrée par l'élimination de deux

paramètres a et b, entre les trois équations

$$\begin{aligned} \varphi\,(x, y, z, a, b) &= 0, \\ \varphi_1(x, y, z, a, b) &= 0, \\ \psi(a, b) &= 0. \end{aligned}$$

» *Si les trois polynômes φ, φ_1 et ψ sont les plus généraux de leurs degrés,* la relation $\psi = 0$ est de genre plus grand que 0; à un point de la surface correspond un seul système de valeurs des paramètres et, par conséquent, la surface admet des intégrales de première espèce.

» Enfin, le théorème d'Abel s'applique aux intégrales de différentielles totales.

» Soient $M_1, M_2, \ldots, M_q$ les points d'intersection de la surface avec la courbe

$$\frac{\alpha}{\lambda} = \frac{\beta}{\mu} = \frac{\gamma}{\nu},$$

α, β, γ étant des polynômes entiers en x, y, z et λ, μ, ν des constantes. Soient $u_1, u_2, \ldots, u_q$ les valeurs d'une certaine intégrale de première espèce u en ces différents points.

» Soient $M'_1, M'_2, \ldots, M'_q$ les points d'intersection de la surface avec la courbe

$$\frac{\alpha}{\lambda'} = \frac{\beta}{\mu'} = \frac{\gamma}{\nu'},$$

λ', μ' et ν' étant de nouvelles constantes. Soient $u'_1, u'_2, \ldots, u'_q$ les valeurs de l'intégrale u aux points $M'_1, M'_2, \ldots, M'_q$.

» On aura

$$u_1 + u_2 + \ldots + u_q = u'_1 + u'_2 + \ldots + u'_q. \text{ »}$$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales de différentielles totales et sur une classe de surfaces algébriques.* Note de M. E. PICARD, présentée par M. Hermite.

« Dans une Communication récente (*Comptes rendus,* séance du 1er décembre 1884), j'ai énoncé une proposition fondamentale relative aux intégrales de différentielles totales algébriques restant toujours finies, intégrales que je désigne pour cette raison sous le nom d'*intégrales de première espèce*. Les applications de cette théorie, que je développe en ce moment dans un Mémoire étendu, pourront peut-être présenter quelque

intérêt; parmi ces applications, une des plus simples est relative aux surfaces algébriques dont les coordonnées peuvent s'exprimer par des fonctions uniformes quadruplement périodiques de deux paramètres. Je demande la permission d'énoncer ici une proposition générale concernant ces surfaces.

» Étant donnée une surface d'ordre m

$$f(x, y, z) = 0,$$

n'ayant que les singularités ordinaires considérées dans la Note citée, cherchons comment on pourra reconnaître si l'on peut exprimer les coordonnées x, y, z d'un point quelconque par des fonctions quadruplement périodiques de deux paramètres, et cela de telle manière qu'à un point quelconque de la surface ne corresponde qu'un seul système de valeurs des deux paramètres, abstraction faite des multiples des périodes. Les conditions *nécessaires et suffisantes* pour qu'il en soit ainsi peuvent être formulées de la manière suivante :

» *La surface proposée a une courbe double d'ordre* $\frac{m(m-4)}{2}$ *et elle possède deux intégrales de différentielles totales de première espèce*

$$\int \frac{B\,dx - A\,dy}{f'_z} \quad \text{et} \quad \int \frac{B_1\,dx - A_1\,dy}{f'_z},$$

pour lesquelles le déterminant $AB_1 - A_1B$ *n'est pas identiquement nul.*

» Le nombre m est nécessairement pair, et il résulte des conditions précédentes que la surface n'a pas de points doubles *isolés*; de plus, le *genre* de la surface est égal à l'unité.

» Les deux intégrales précédentes auront *quatre* paires de périodes simultanées, et les deux équations aux différentielles totales

$$\frac{B\,dx - A\,dy}{f'_2} = du,$$

$$\frac{B_1\,dx - A_1\,dy}{f'_2} = dv$$

donneront pour x et y des fonctions uniformes, quadruplement périodiques, de u et v.

» Nous avons montré comment on pourrait reconnaître si une surface admet des intégrales de première espèce, et les trouver quand elles existent; le problème proposé est donc complètement résolu.

» Une section plane quelconque de la surface est de degré m et de

genre $\frac{m+2}{2}$, et cette courbe présente une particularité intéressante au point de vue de la réduction du nombre des périodes des intégrales abéliennes qui lui correspondent.

» Il résulte, en effet, immédiatement des résultats précédents que, parmi ces intégrales abéliennes, *il y en a deux qui ont seulement quatre paires de périodes correspondantes.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une série analogue à celle de Lagrange.* Note de M. **Amigues.**

« 1° Soient

$f(z)$ une fonction continue et monodrome dans l'intérieur d'un contour K;

x un point intérieur à ce contour;

α une constante assez petite pour que la condition

$$\operatorname{mod} \frac{\alpha f(z)}{z-x} < 1$$

soit satisfaite en tous les points du contour K.

» L'équation

$$z = x + \alpha f(z) \tag{1}$$

admet une racine unique a dans l'intérieur du contour.

» 2° Si $\varphi(z)$ est une fonction continue et monodrome dans l'intérieur du même contour, on a

$$\varphi(a) = \varphi(x) + \alpha f(x)\varphi'(x) + \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{\alpha^n}{1.2\ldots n} \frac{d^{n-1}}{dx^{n-1}}[f(x)^n \varphi'(x)].$$

» Tel est le théorème de Lagrange. On peut le compléter comme il suit.

» 3° Si la fonction $f(z)$ et la dérivée de l'équation (1), savoir

$$1 - \alpha f'(z),$$

ne sont nulles ni l'une ni l'autre dans l'intérieur du contour K, on a aussi

$$\frac{\varphi(a)}{1-\alpha f'(a)} = \varphi(x) + \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{\alpha^n}{1.2\ldots n} \frac{d^n}{dx^n}[f(x)^n \varphi(x)]. \tag{2}$$

» Pour le démontrer, considérons l'intégrale

$$I = \int_K \frac{\varphi(z)}{z - x - \alpha f(z)}\, dz.$$

» En développant la différentielle en série convergente, on voit facilement que $\frac{I}{2\pi i}$ n'est autre chose que le second membre de la formule (2).

» On a, d'autre part,

$$I = \int \frac{\varphi(z)}{1 - \alpha f'(z)}\, \frac{1 - \alpha f'(z)}{z - x - \alpha f(z)}\, dz,$$

c'est-à-dire, d'après les hypothèses,

$$\frac{I}{2\pi i} = \frac{\varphi(a)}{1 - \alpha f'(a)}.$$

» *Remarque.* — Il serait facile de tirer la formule de Lagrange de la formule (2). A la vérité, ce serait restreindre la généralité de la première. Mais la formule (2), dans les cas où elle s'applique, est quelquefois plus commode que celle de Lagrange.

» *Premier exemple.* — Dans le problème de Kepler, l'anomalie excentrique est donnée par l'équation

(3) $$z = x + e \sin z.$$

Duhamel, dans son *Traité de Mécanique*, développe l'anomalie vraie θ suivant les puissances de e. Il emploie pour cela la série de Lagrange et ne donne pas la loi du développement. La formule (2) y conduit sans peine. On a, en effet, en désignant par ρ le rayon vecteur,

$$\rho \cos\theta + c = a \cos z.$$

Éliminant ρ entre cette équation et l'équation polaire de l'ellipse

$$\rho(1 + e\cos\theta) = \frac{b^2}{a},$$

on obtient

(4) $$\frac{1}{1 - e\cos z} = \frac{1 + e\cos\theta}{1 - e^2}.$$

Soit a la racine de l'équation (3). En prenant $\varphi(z) = 1$, la formule (2) donne

$$\frac{1}{1 - e\cos a} = 1 + \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{e^n}{1.2\ldots n}\, \frac{d^n}{dx^n} \sin^n x,$$

c'est-à-dire, d'après l'égalité (4), dans laquelle z a la valeur a,

$$\frac{1 + e\cos\theta}{1 - e^2} = 1 + \sum_{n=1}^{n=\infty} \frac{e^n}{1.2\ldots n} \frac{d^n}{dx^n} \sin^n x.$$

» Réduisant et ordonnant en e,

$$\cos\theta = \cos x + \sum_{n=2}^{n=\infty} \frac{e^{n-1}}{1.2\ldots(n-1)} \left[\frac{1}{n} \frac{d^n \sin^n x}{dx^n} - (n-1) \frac{d^{n-2} \sin^{n-2} x}{dx^{n-2}}\right]. »$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Formules simples et très approchées de la poussée des terres, pour les besoins de la pratique.* Note de M. **Flamant**, présentée par M. de Saint-Venant.

« Dans divers articles insérés récemment aux *Annales des Ponts et Chaussées* (juin 1882, p. 625; novembre 1883, p. 494 et 510; juin 1884, p. 443), M. Boussinesq a établi la parfaite concordance avec les faits d'expériences, constatés surtout en Angleterre par M. Darwin et en France par M. Gobin, de sa théorie de l'équilibre des massifs pulvérulents ou sans cohésion, insérée en 1873 aux *Mémoires de l'Académie Royale de Belgique*, et qu'il a résumée en la simplifiant et complétant dans les *Comptes rendus* de 1884 (séances des 17, 24 et 31 mars, p. 667, 720, 790; voir aussi une Note du 7 avril, p. 850). Les calculs de la poussée, pour chaque cas particulier, étant assez longs, j'ai eu l'idée de les effectuer à l'avance et de dresser des Tables des résultats pour les cas les plus ordinaires de la pratique.

» J'ai reconnu d'abord, en faisant ce travail, que, pour le cas simple d'un terre-plein horizontal soutenu par un mur vertical, la composante *verticale* de la poussée était à peu près constante et égale aux 0,16 de celle qui serait exercée sur le mur par un liquide de même poids spécifique Π que le massif de terre, et de même hauteur h; c'est-à-dire que cette composante verticale est à très peu près égale à $0,16\,\frac{\Pi h^2}{2}$ pour toutes les valeurs de l'angle de frottement φ comprises entre 20° et 33°, et que, pour les valeurs de φ supérieures à 33°, cette composante ne diminue que de manière à être encore de près de $0,14\,\frac{\Pi h^2}{2}$, pour $\varphi = 45°$.

» Cette quasi-constance de la composante en question, qui, pour ce cas, est représentée proportionnellement, avec les notations de M. Boussi-

nesq (24 mars, p. 722) par $k \tang \varphi \frac{\Pi h^2}{2}$, pouvait être prévue *a priori* en remarquant que le produit $k \tang \varphi$ s'annule pour $\varphi = 0$ et aussi pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$. Il doit donc passer, entre ces deux limites, par un maximum aux environs duquel il varie peu; mais, ce que le calcul seul pouvait montrer, c'est que l'étendue dans laquelle la variation de cette composante est négligeable embrasse à peu près toutes les valeurs de φ qui sont les plus usuelles dans la pratique, c'est-à-dire toutes celles qui sont comprises entre 20° et 40° environ.

» Pour le cas plus général d'un mur avec fruit supportant un massif de terre limité à sa partie supérieure par un plan faisant un angle ω avec l'horizon, l'angle d'inclinaison du mur sur la verticale étant désigné par i, il existe encore une direction suivant laquelle la composante de la poussée est sensiblement égale à $0,16 \frac{\Pi}{2} \left(\frac{h}{\cos i}\right)^2$, c'est-à-dire aux 0,16 de celle qui serait exercée par un liquide sur la paroi postérieure du mur dont la longueur est alors $\frac{h}{\cos i}$ pour une hauteur verticale h; mais cette direction est variable, et elle fait, avec la paroi postérieure du mur, un angle que l'on peut prendre égal à $\frac{\omega}{2} + \frac{i}{4}\left(\frac{\varphi}{10^\circ} - 1\right)$ pour toutes les valeurs de φ comprises entre 20° et 45°, pour toutes les valeurs de i inférieures à 20° et pour toutes celles de ω inférieures à $\varphi - i$.

» Dans ces limites, la composante réelle de la poussée, suivant la direction indiquée, ne diffère de $0,16 \frac{\Pi}{2} \left(\frac{h}{\cos i}\right)^2$ que d'une quantité inférieure au dixième de sa valeur.

» On obtiendrait du reste, quand i est supérieur à 15°, une approximation un peu plus grande en prenant, pour la direction de la composante ainsi calculée, celle qui ferait, avec la paroi du mur, l'angle

$$\frac{\omega}{2} + \frac{i}{4}\left(\frac{\varphi}{12^\circ} - 1\right).$$

» Il est à peine utile d'ajouter que, pour $i = 0$, cas du mur vertical, la direction de la composante constante, égale alors à $0,16 \frac{\Pi h^2}{2}$, est perpendiculaire à la bissectrice de l'angle ω formé avec l'horizon par le plan qui limite le massif à sa partie supérieure.

» Grâce à ces simples remarques, tirées des résultats donnés par les for-

mules nouvelles de M. Boussinesq, les ingénieurs pourront construire, presque sans calcul, la poussée résultante et aussi sa composante normale qu'ils ont surtout intérêt à connaître. La poussée résultante a, dans la plupart des cas, une direction bien connue, celle d'une ligne menée par un point pris au tiers de la longueur de la paroi pressée à partir de la base et faisant, avec sa normale, l'angle φ de frottement; ils n'auront donc qu'à porter la longueur $0,16\frac{\Pi}{2}\left(\frac{h}{\cos i}\right)^2$ de la composante sur une autre ligne partant du même point et faisant, avec la paroi, l'angle qui a été indiqué pour la direction de cette composante, et à y élever, à son extrémité, une perpendiculaire jusqu'à la rencontre de la première ligne pour avoir, sur celle-ci, la grandeur de la poussée résultante.

» Lorsque la direction de la poussée fait, avec la normale à la paroi, un angle différent de l'angle φ, ils peuvent encore, par la même construction, sans s'inquiéter de la direction réelle de la poussée résultante, passer de la composante calculée à une poussée fictive inclinée de φ sur la normale à la paroi, et, en projetant cette poussée fictive sur la normale, trouver la composante normale de la véritable poussée avec une approximation suffisante. »

PHYSIQUE. — *Rectification des résultats numériques indiqués dans une Communication précédente, pour les calculs des manomètres à gaz comprimés*; par M. E.-H. Amagat.

« Par suite d'un malentendu dans la copie, les séries de produits pv que j'ai données dans ma dernière Communication [1] pour l'azote et l'air ne sont pas ramenées à $pv = 1$ sous la pression normale, comme l'indique le texte et comme on le voit de suite, puisque ces produits doivent être tous inférieurs à l'unité.

» Ces séries sont parfaitement exactes, du reste, comme nombres proportionnels (sauf l'omission d'un chiffre au dernier nombre, qui est 1,0004 et non 1,0000); pour les rapporter à $pv = 1$ sous la pression normale, au moyen des deux déterminations que j'ai faites directement dans ce but, il faut multiplier tous les termes de chacune d'elles par 0,9861 pour l'azote et par 0,9803 pour l'air, à partir du deuxième terme, bien entendu.

---

[1] Page 1018 de ce Volume; séance du 8 décembre.

» Voici le Tableau rectifié :

Pressions en mètres.	Azote pv.	Air pv.	Pressions en mètres.	Azote pv.	Air pv.
m 0,76......	1,0000	1,0000	m 45,00......	0,9895	0,9815
20,00......	0,9930	0,9901	50,00......	0,9897	0,9808
25,00......	0,9919	0,9876	55,00......	0,9902	0,9804
30,00......	0,9908	0,9855	60,00......	0,9908	0,9803
35,00......	0,9899	0,9832	65,00......	0,9913	0,9807
40,00......	0,9896	0,9824			

» Cette rectification ne change rien à mes conclusions. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la sélénio-urée et ses dérivés*. Note de M. A. **Verneuil**, présentée par M. Troost.

« Le séléniocyanate d'ammonium ne se prête pas à la transformation en sélénio-urée par l'action de la chaleur. Il est complètement détruit à la température de 170°.

» On sait que la cyanamide peut fixer $2^{éq}$ d'eau ou d'hydrogène sulfuré pour donner naissance à l'urée et à la sulfo-urée. J'ai essayé de fixer par une réaction semblable l'acide sélénhydrique sur la cyanamide, et j'ai obtenu ainsi la sélénio-urée.

» Un courant d'hydrogène sélénié est dirigé dans une solution éthérée de cyanamide contenant 20^{gr} de cyanamide par litre. Une petite quantité d'ammoniaque facilitant beaucoup la fixation de l'acide sélénhydrique, il convient de faire passer dans la dissolution quelques bulles de gaz ammoniac, avant de la soumettre à l'action de l'hydrogène sélénié.

» L'acide sélénhydrique est absorbé presque complètement. Après quelques heures, la sélénio-urée commence à se déposer, et, lorsque le courant gazeux a été prolongé pendant ces deux ou trois jours, la cyanamide est complètement transformée.

» Le produit brun obtenu, séparé de l'éther par filtration, est fortement pressé, puis dissous dans deux fois son poids d'eau bouillante. Il se précipite un peu de sélénium, et le liquide filtré laisse déposer la sélénio-urée en aiguilles incolores, si l'on opère à l'abri de la lumière, mais elles prennent rapidement une couleur rose, puis brune, due au sélénium, mis en liberté sous l'influence des rayons lumineux.

» Après une seconde cristallisation dans l'eau, elle est tout à fait pure.

Le rendement presque théorique indique que cette réaction répond à l'équation suivante :

$$C^2Az^2H^2 + 2HSe = C^2Az^2H^4Se^2.$$

» L'analyse de ce corps m'a donné les nombres qui suivent :

	Trouvé.	Calculé pour $C^2Az^2H^4Se^2$.
C	9,31	9,72
Az	23,36	22,67
H	3,24	3,23
Se	63,55	64,37
	99,46	99,99

» La sélénio-urée cristallise en aiguilles blanches dépourvues d'odeur; elle est très soluble dans l'eau chaude, beaucoup moins dans l'eau froide; ce liquide peut en dissoudre 10,70 pour 100 à 19°, l'alcool absolu dissout 2,88 et l'éther seulement 0,56 pour 100 de sélénio-urée à 18°. Elle fond vers 200° en se décomposant. Ses dissolutions s'altèrent à la lumière, il se précipite du sélénium; les alcalis facilitent beaucoup cette décomposition, qui n'a pas lieu en milieu acide.

» Les hydracides, à la température ordinaire et en présence de l'air, donnent naissance, en agissant sur la sélénio-urée, à des produits à la fois oxygénés et condensés dont on ne connaît pas, jusqu'ici, les analogues parmi les dérivés de l'urée et de la sulfo-urée. Ces corps concourent à la formation d'une substance contenant les éléments de $3^{éq}$ de sélénio-urée, dont un a fixé $2^{éq}$ d'oxygène, composé qui n'est stable que combiné aux acides. Le nom d'*oxy-trisélénurée* qu'on peut lui donner indique sa composition.

» Pour préparer le chlorhydrate d'oxy-trisélénurée, il suffit de dissoudre 5^{gr} de sélénio-urée dans quinze fois son poids d'eau froide en présence d'une goutte d'acide chlorhydrique, d'ajouter 10^{cc} d'acide chlorhydrique et de filtrer immédiatement le liquide dans un vase ouvert, de telle sorte que l'air soit en contact avec le mélange par une large surface. La liqueur se colore en jaune et laisse déposer le chlorhydrate parfaitement pur. Douze heures après, le dépôt n'augmente plus, on filtre et le corps est séché sur du papier buvard.

» Si l'on opère à l'abri de l'air, la dissolution demeure incolore et la substance précédente ne se forme pas.

» L'analyse de ce corps m'a donné les nombres suivants :

	Trouvé.		Calculé pour $C^6Az^6H^{12}Se^6O^2, 2HCl$.
C	7,60		7,86
Az	18,27		18,34
H	3,08		3,05
Se	51,65		51,75
Cl	15,56		15,48
O	3,84	(par différence.)	3,49
	100,00		99,97

» La réaction très simple qui donne naissance à ce corps peut s'exprimer ainsi :

$$3C^2Az^2H^4Se^2 + 2HCl + 2O = C^6Az^6A^{12}Se^6O^2 2HCl.$$

» J'ai essayé d'isoler l'oxy-trisélénurée de ce chlorhydrate sans pouvoir y parvenir jusqu'à présent. La potasse, la soude, l'ammoniaque, l'oxyde d'argent, lui enlèvent l'acide chlorhydrique, en même temps qn'il se précipite du sélénium ; le liquide retient de la sélénio-urée et de la cyanamide. Ce mode de décomposition permet de vérifier la formule précédente. En effet, la réaction suivante :

$$C^6Az^6H^{12}Se^6O^7, 2HCl + 2BaO$$
$$= 2C^2Az^2H^4Se^2 + C^2Az^2H^2 + 2Se + 2BaCl + 4HO$$

exige 33,35 pour 100 de baryte pour 17,25 de sélénium déposé; or j'ai trouvé dans deux expériences 33,45 pour la baryte et 18,31 pour le sélénium. Ce léger excès provient de l'altération de la sélénio-urée formée, en présence de la baryte.

» La quantité de sélénium déposé par les alcalis, correspondant seulement au tiers du sélénium contenu dans ce chlorhydrate, indique qu'un seul équivalent de sélénium a subi l'oxydation.

» Ces faits me semblent justifier la formule et le nom que je propose de donner à ces dérivés de la sélénio-urée.

» L'analyse du bromhydrate d'oxytrisélénurée, qu'on obtient par un procédé semblable, m'a donné les nombres qui suivent :

	Trouvé.	Calculé pour $C^6Az^6H^{12}Se^6O^2, 2HBr$.
C	6,36	6,56
H	2,64	2,55
Se	43,64	43,48
Br	29,64	29,17

» Le chlorhydrate et le bromhydrate d'oxytrisélénurée peuvent s'obtenir en cristaux volumineux; ils possèdent un dichroïsme fortement marqué : colorés en brun, vus par transparence, ils présentent des reflets violets, par réflexion.

» L'eau dissout une quantité notable de ces corps, mais la solution dépose du sélénium, lorsqu'on y ajoute un grand excès de liquide.

» Ils se décomposent vers 100°, prennent une couleur noire due au sélénium déposé, tandis qu'il se dégage du cyanhydrate et du chlorhydrate d'ammoniaque, de l'oxyde de carbone et de l'eau.

» Abandonnés dans le liquide où ils ont pris naissance, le chlorhydrate et le bromhydrate d'oxytrisélénurée ne tardent pas à s'altérer. Ils se transforment en dérivés qui sont le produit d'une oxydation plus avancée, dont je continue l'étude. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la solubilité dans la série oxalique*. Note de M. L. **Henry**, présentée par M. Friedel.

« La série *oxalique* $CO(OH)-(CH^2)^n-CO(OH)$ constitue certainement l'une des plus remarquables parmi les diverses séries de composés homologues. Dans l'acide oxalique, le premier de ses termes, les deux chaînons carboxyle, qui le constituent exclusivement, sont immédiatement soudés l'un à l'autre; ceux-ci, au contraire, sont, dans les autres termes, séparés par un nombre *n* de chaînons intermédiaires $\overset{|}{\underset{|}{C}}H^2$. La série oxalique est actuellement la série la plus nombreuse de composés polyatomiques discontinus.

» Il m'a paru intéressant de rechercher comment, dans cette série considérée dans son ensemble, varient les propriétés, tant sous le rapport physique que sous le rapport chimique. Dans la présente Note, je m'occuperai spécialement de la solubilité.

» Citons d'abord les faits. Voici les indications que l'on trouve quant à la solubilité des divers acides rangés dans ce groupe :

» 100 parties d'eau dissolvent :

		Parties.
Acide *oxalique* sec $CO(OH)-CO(OH)$	à 10°	5,3
	à 20°	10,2
Acide *malonique* $CO(OH)-CH^2-CO(OH)$	à 15°	139
Acide *succinique* normal $CO(OH)-(CH^2)^2-CO(OH)$	à 8°,5	4,22
	à 14°,5	5,14

	Parties.
Acide *pyrotartrique* normal $CO(OH)-(CH^2)^3-CO(OH)$ à 14°......	83
Acide *adipique* normal [1] $CO(OH)-(CH^2)^4-CO(OH)$ à 15°......	1,44

» L'acide *pimélique* (fus. 114°), lequel est vraisemblablement $CO\,OH-(CH^2)^5-CO\,OH$, est indiqué comme *très soluble* dans l'eau.

» Les acides *subérique* $C^8H^{14}O^4$ (fus. 140°) et *sébacique* $C^{10}H^{18}O^4$, lesquels sont aussi, selon toute vraisemblance, des acides normaux, sont au contraire signalés comme *très peu solubles* dans l'eau.

» On peut conclure de là :

» 1° Que dans la série totale $CO(OH)-(CH^2)^n-CO(OH)$ la solubilité dans l'eau, à la température ordinaire, ne varie pas d'une manière progressive et continue;

» 2° Que cette variation est au contraire alternante ;

» 3° Qu'il y a sous ce rapport une différence radicale à établir entre les termes renfermant un nombre *impair* d'atomes de carbone et qui renferment un nombre *pair* d'atomes de cet élément.

» Les premiers sont aisément solubles dans l'eau; les seconds, au contraire, se distinguent de ceux-ci par leur faible solubilité.

» Il est à remarquer que, à mesure que l'on s'élève dans la série à partir de l'acide oxalique, la proportion centésimale d'oxygène renfermé dans la molécule diminue en même temps qu'augmente celle du carbone; le tableau suivant résume ces différences en les précisant :

	Poids molécul.	C pour 100.	Différ.	H pour 100.	O pour 100.	Différ.
$C^2H^2O^4$........	90	26,66		2,22	71,11	
			7,95			9,58
$C^3H^4O^4$........	104	34,61		3,84	61,53	
			6,07			7,30
$C^4H^6O^4$........	118	40,68		5,08	54,23	
			4,77			5,75
$C^5H^8O^4$........	132	45,45		6,06	48,48	
			3,86			4,65
$C^6H^{10}O^4$.......	146	49,31		6,84	43,83	

» Comme la solubilité dans un liquide donné n'est pas une propriété apparaissant au hasard, comme elle implique au contraire une certaine

---

[1] Indication de MM. Hell et Dieterlé, *Bulletin de la Société chimique de Berlin*, t. XIV, p. 2221.

Il n'est pas inutile de rappeler que jusqu'à l'acide *adipique* inclusivement

$$CO(OH)-(CH^2)^4-CO(OH)$$

les divers termes de la série oxalique ont été obtenus par voie synthétique; leur constitution est donc à l'abri de toute contestation.

analogie de composition entre le dissolvant et les corps que celui-ci peut dissoudre, on devrait s'attendre à rencontrer le maximum de solubilité dans l'eau dans l'acide oxalique, et à voir décroître celle-ci dans les termes plus élevés de la série, d'une manière continue et à mesure qu'ils sont plus riches en carbone et moins riches en oxygène. On voit combien ces prévisions sont étrangement en désaccord avec la réalité.

» Mais la régularité réapparaît si l'on partage la série oxalique totale en deux séries partielles, l'une la série des termes *impairs*, celle des acides *aisément solubles*, l'autre la série des termes *pairs*, celle des acides *peu solubles*. Dans chacune d'elles, pour autant que le fait ait été déterminé jusqu'ici, la solubilité, quelle qu'elle soit, va en diminuant à mesure que s'élève le poids moléculaire; cette diminution paraît même marcher rapidement, si l'on s'en rapporte aux indications rappelées ci-dessous.

» J'ai des raisons de croire que les *amides* de la série oxalique se comportent, quant à la solubilité dans l'eau, comme les acides eux-mêmes.

» Avant de terminer, je me permettrai de faire une remarque. L'acide malonique, placé entre les acides oxalique et succinique, contraste avec ceux-ci par sa grande solubilité dans l'eau. Cette propriété se retrouve dans tous les acides qui en résultent par la substitution à l'hydrogène, du chaînon médian $\overset{|}{\underset{|}{C}}H^2$, d'un radical hydrocarboné, tant dans les dérivés *mono* que dans les dérivés *bisubstitués* $\begin{matrix} COOH \\ | \\ CH(C^nH^{2n+1}) \\ | \\ COOH \end{matrix}$ et $\begin{matrix} COOH \\ | \\ C-(C^nH^{2n+1})^2 \\ | \\ COOH \end{matrix}$.

» Je citerai notamment les acides méthyl, éthyl, isopropyl, allyl, etc., *maloniques*. Il est intéressant de comparer sous ce rapport les deux acides succiniques : l'acide *isosuccinique* ou méthyl-malonique $\begin{matrix} COOH \\ COOH \end{matrix}\!\!>CH-CH^3$ est très soluble dans l'eau, tandis que l'acide *succinique normal*

$$COOH-(CH^2)^2-COOH$$

est très peu soluble, à la température ordinaire.

» Cette différence si tranchée mérite, ce me semble, d'être prise en considération, alors qu'il s'agit d'établir la constitution de certains corps; c'est le cas en ce qui concerne les acides *fumarique* et *maléique*

$$CO(OH)-C^2H^2-CO(OH),$$

au sujet desquels la discussion n'est pas encore épuisée.

» L'acide *fumarique*, corps éminemment peu soluble dans l'eau, reproduit

le type de l'acide succinique normal, l'acide maléique, au contraire, reproduit le type de l'acide malonique; le premier se rattache l'étage C^4 et le second à l'étage C^3 de la série oxalique. Ces relations trouvent leur expression dans les formules

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} \mathrm{CO\,OH} \\ | \\ \mathrm{CH} \\ \| \\ \mathrm{CH} \\ | \\ \mathrm{CO\,OH} \end{matrix}\right\}}_{\text{Acide fumarique.}} \quad \text{et} \quad \underbrace{\left\{\begin{matrix} \mathrm{CO\,OH} \\ | \\ \mathrm{C} = \mathrm{CH}^2 \\ | \\ \mathrm{CO\,OH} \end{matrix}\right.}_{\text{Acide maléique.}}$$

que l'on attribue généralement à ces composés.

» L'acide maléique est l'acide *méthyléno-malonique*. J'ajouterai, en passant, que je n'ai cependant pas réussi jusqu'ici à en opérer la synthèse par l'introduction du radical $>CH^2$ à la place de H^2 dans l'acide malonique; j'ai fait en vain réagir dans ce but l'iodure de méthylène sur le malonate d'éthyle bisodé. Quoi qu'il en soit, cet insuccès n'enlève rien à la valeur du rapprochement que j'ai signalé plus haut. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la composition de la graine du cotonnier en arbre, et la richesse de cette graine en substances alimentaires.* Lettre de M. SACC à M. le Président.

« Cochabamba, 25 octobre 1884.

» Je m'empresse d'informer l'Académie de la découverte d'une nouvelle substance alimentaire, dont la composition est vraiment extraordinaire : elle montre que la graine la plus riche en substances nitrogénées est celle du cotonnier en arbre, cultivé en Bolivie, où il offre plusieurs espèces ou variétés intéressantes. Cette graine est composée de :

Caséine	6,00
Dextrine	0,20
Sucre	2,00
Fibrine	23,70
Ligneux du périsperme	32,40
Amidon	9,60
Huile jaune verdâtre	9,60
Cire jaune	0,80
Cendre	8,00
Eau	8,00
	100,00

et donne, quand on la moud, les résultats suivants :

Farine jaune	56,50 kg
Son noir	40,50
Perte	3,00
	100,00

» Je suis persuadé que cette farine prendra une place importante dans l'alimentation humaine, ainsi que dans la préparation des pâtisseries, où elle peut remplacer le lait. Pour le moment, elle peut rendre déjà un important service à l'industrie sucrière, en permettant d'enlever l'excès de chaux nécessaire à la défécation, autrement que par le procédé, fort coûteux, de l'acide carbonique. Il n'y a qu'à lui substituer une dissolution de farine de graines de cotonnier, dont la caséine forme, avec la chaux, un composé absolument insoluble.

» Cette dissolution, colorée en jaune clair, constitue d'ailleurs un orgeat fort agréable, qui sera apprécié dans les pays chauds, où, comme en Espagne, on fait une immense consommation d'orgeat d'amandes.

» Les graines de cotonnier sont importées, par pleins chargements de navires, en Europe, des États-Unis et des Indes, pour la fabrication de l'huile de coton. Le résidu sert à l'alimentation du bétail. Il y a mieux à faire avec cette graine qui, presque sans valeur actuellement, en prendra une grande, dès qu'elle sera acceptée pour l'alimentation humaine. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'histoire de la découverte de la migration des globules blancs du sang.* Note de M. **A. Horvath**, présentée par M. Charcot.

« Dans les Ouvrages de médecine, ceux des auteurs français compris, on lit souvent que nos connaissances actuelles sur l'inflammation datent de l'époque où Cohnheim a fait la découverte que les globules sanguins peuvent traverser les parois des vaisseaux intacts. Bien que cette opinion soit très répandue et adoptée par tout le monde, le fait essentiel sur lequel repose la théorie actuelle de l'inflammation n'est d'abord pas une découverte de date récente, comme la plupart le pensent, et de plus l'honneur de cette découverte attribuée généralement à Cohnheim appartient de toute justice au célèbre Dutrochet, lequel, il y a de cela soixante ans (en 1824), par conséquent bien avant Waller et Cohnheim, a observé et décrit l'émigration des globules sanguins et leur pénétration dans le tissu des organes avec une précision et une clarté qui ne laissent rien à désirer.

» Je mets sous les yeux de l'Académie un passage tiré d'un ouvrage de Dutrochet afin que chacun puisse par lui-même juger à quel point l'ancienne description du phénomène de la migration des globules sanguins est conforme aux descriptions modernes et, malgré son antériorité, leur est sur quelques points supérieure.

» Dans les *Recherches anatomiques et physiologiques sur la structure intime des animaux et des végétaux et sur leur motilité, par M. H. Dutrochet, Paris*, 1824 (p. 214), on lit le passage suivant : « Ce que nous venons de » voir touchant la similitude de la composition organique des solides et des » fluides du corps vivant pourrait faire penser que les globules vésiculaires » contenus dans le sang s'ajouteraient au tissu des organes et s'y fixeraient » pour les accroître et les réparer, en sorte que la nutrition consisterait dans » une véritable *intercalation* des cellules toutes faites et d'une extrême peti- » tesse. » Cette opinion, tout étrange qu'elle puisse paraître, est cependant très fondée, car l'observation parle en sa faveur. J'ai vu plusieurs fois les globules sanguins, sortis du torrent circulatoire, s'arrêter et se fixer dans le tissu organique : j'ai été témoin de ce phénomène, que j'étais loin de soupçonner, en observant le mouvement du sang au microscope dans la queue fort transparente des jeunes têtards du crapaud accoucheur. Des artères formant des courbures nombreuses se répandent dans la partie transparente de la queue de ces têtards; ces artères sont immédiatement continues avec les veines, en sorte qu'il n'existe ici aucune distinction, aucune ligne de démarcation entre les deux circulations artérielle et veineuse : le sang, dont on aperçoit parfaitement les globules, qui sont assez gros, offre un torrent dont le mouvement n'éprouve aucune interruption depuis son départ du cœur jusqu'à son retour à cet organe.

» Entre les courbures que forment les vaisseaux, il existe un tissu fort transparent, dans lequel on distingue beaucoup de granulations de la grosseur des globules sanguins; or, en observant le mouvement du sang, j'ai vu plusieurs fois un globule seul s'échapper latéralement du vaisseau sanguin et se mouvoir dans le tissu transparent dont je viens de parler, avec une lenteur qui contrastait fortement avec la rapidité du torrent circulatoire dont ce globule était échappé; bientôt après, le globule cessait de se mouvoir et il demeurait fixé dans le tissu transparent; or, en le comparant aux granulations que contenait ce même tissu, il était facile de voir qu'il n'en différait en rien; de sorte qu'il n'était pas douteux que ces granulations demi-transparentes ne fussent aussi des globules sanguins précédemment fixés. Par quelle voie ces globules sortent-ils du torrent circu-

latoire? C'est ce qu'il n'est pas facile de déterminer. Peut-être les vaisseaux ont-ils des ouvertures latérales, par lesquelles le sang peut verser ses éléments dans le tissu des organes; peut-être, le mouvement de ces globules n'était-il ralenti d'abord et ensuite arrêté que parce qu'ils étaient engagés dans des vaisseaux trop petits relativement à leur grosseur.

» On expliquera cette fixation des globules sanguins comme l'on voudra, mais le fait de cette fixation demeurera toujours démontré; je l'ai observé un trop grand nombre de fois pour croire que ce soit un phénomène accidentel. Cette fixation des globules est indubitablement un phénomène dans l'ordre de la nature vivante; cela explique le rôle que jouent les globules sanguins dans la nutrition : ce sont des cellules vagabondes qui finissent par se fixer et par se joindre au tissu des organes. »

ZOOLOGIE. — *Evolution biologique des Aphidiens du genre Aphis et des genres voisins.* Note de M. **Lichtenstein**.

« J'ai fait connaître à diverses reprises à l'Académie le cycle évolutif de plusieurs pucerons de la tribu des Phylloxériens et des Pemphigiens; j'ai montré, chez ces derniers, de curieuses migrations, des galles des arbres aux racines des graminées. J'ai récemment décrit, dans les *Comptes rendus* du 10 novembre 1884, la biologie du puceron de l'érable (*Chaitophorus aceris*) qui, sans quitter l'arbre sur lequel il est né, y passe trois mois sous une forme anormale, engourdi dans un sommeil léthargique, pour ne se développer que vers l'automne et fournir les sexués.

» J'ai soumis, en même temps, à un examen attentif divers autres pucerons du groupe des Aphidiens vrais, à longues antennes de sept articles. Voici ce que j'ai remarqué.

» La fausse femelle ou *pseudogyne fondatrice,* qui sort de l'œuf au printemps, reste toujours aptère. Au bout de vingt à trente jours, elle pond des petits vivants, dont une partie reste aptère, et une autre partie, moins nombreuse, acquiert des ailes. Ces deux formes, qui manquent en général chez les Pemphigiens, deviennent aptes à bourgeonner à leur tour, au bout du même laps de temps, d'un mois à peu près, et alors *tous* les individus pondus, soit par les formes aptères, soit par les formes ailées, prennent des ailes et quittent le berceau de la famille... Où vont-ils? Je n'ai pas encore pu le découvrir, mais le fait est que, comme je l'ai signalé à la Société entomologique de France, à la fin de juin, tout le monde des aphidiens a disparu et l'on en trouve très peu ou point sur les arbres et arbustes.

» Si je n'ai pu suivre cette *pseudogyne émigrante*, ce qui laisse une lacune regrettable dans l'évolution, je retrouve en automne la *pseudogyne pupifère*, qui, tout comme cela a lieu pour les Pemphigiens, revient apporter les sexués sur l'arbre où ils doivent s'accoupler et laisser les œufs qui fourniront la *fondatrice* au printemps suivant.

» Les pucerons que j'ai pu observer sont les suivants :

» *Aphis atriplicis, A. avenæ, A. craccivora, A. Donacis, A. evonymi, A. frangulæ, A. mali, A. padi, A. persicæ, A. pyri, A. viburni, Siphonophora absinthii. Rhopalosiphumpersicœ. Hyalopterus pruni.*

» Tout différents des sexués des Pemphigiens, petits animaux sans ailes et sans rostre, les sexués des Aphidiens ont un rostre et, sauf de rares exceptions (*A. mali, S. absinthii*), les mâles sont ailés, mais les femelles sont toujours aptères et pondent plusieurs œufs, tandis que, chez les Pemphigiens et Phylloxériens, l'œuf est unique.

» Je n'aurais pas fait à l'Académie cette Communication incomplète, si M. Kessler de Cassel, qui s'occupe des mêmes études que moi, n'avait pas fait à l'Académie Léopoldienne-Carolinienne de Halle [1] une Communication sur le même sujet. Ses observations sont identiques avec les miennes et ont porté, en grande partie, sur les mêmes insectes : *A. padi, A. evonymi, A. viburni, A. mali, A. pyri, A. Sambuci.* Comme il me fait l'honneur de citer ces faits comme une confirmation de ma théorie de l'évolution biologique des pucerons, je dois dire, à mon tour, combien je suis heureux de voir des observateurs aussi sérieux que M. Kessler apporter leur concours à l'étude de ces terribles ennemis de nos cultures qui s'appellent *les pucerons*. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'une empreinte d'Insecte dans les grès siluriens de Jurques (Calvados).* Note de M. **Ch. Brongniart**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« M. A. Milne-Edwards appelait récemment l'attention de l'Académie sur la découverte d'un scorpion (*Palæophoneus nuncius* Lindström) dans les couches du terrain silurien supérieur de l'Ile de Gotland (Suède). La présence de ce scorpion dans des assises aussi anciennes est un fait très impor-

(1) *Nova acta der Ksl. Leop. Carol. Deutschen Akademie der naturforscher*, Band XLVII, n° 3, 1884.

tant, puisqu'elle prouve l'existence, à cette époque, d'animaux terrestres à respiration aérienne.

» Les insectes avaient été rencontrés dans les terrains carbonifères; les couches de Commentry en ont fourni environ *treize cents*; M. Scudder en a décrit *six* trouvés dans les terrains dévoniens du Nouveau-Brunswick; mais aucun représentant de cette classe n'avait encore été signalé dans des formations plus anciennes.

» M. Douvillé, professeur à l'Ecole des Mines, m'a communiqué un morceau de grès silurien moyen de Jurques (Calvados) (collection de Verneuil) sur lequel on distingue l'empreinte d'une aile d'insecte. L'état de conservation n'est pas parfait, mais on peut cependant distinguer la plupart des nervures.

» Cette aile, qui mesure $0^{m},035$ de long, a appartenu à un *Blattide*; le champ huméral est large; on y voit la veine humérale supérieure, la veine humérale inférieure qui se bifurque à son extrémité; la veine vitrée ou médiane également divisée en deux rameaux; les veines discoïdales supérieure et inférieure et leurs divisions très obliques qui se rejoignent à leur extrémité, ainsi que cela se voit encore chez certaines Blattes de notre époque; on peut suivre la veine anale qui est assez droite, et s'étend presque jusqu'au bout de l'aile, puis les veines axillaires qui lui sont parallèles.

» Ce qui est fort remarquable et ce qui distingue cette empreinte de toutes les ailes de Blattes vivantes et fossiles, c'est la longueur de la nervure anale et le peu de largeur du champ axillaire.

» Parmi les Blattes de l'époque houillère, la *Progonoblattina Fritschii* (Heer) et la *Gerablattina fascigera* (Scudder) ont une nervation rappelant un peu celle de notre aile silurienne.

» Nous proposons de nommer cet ancêtre des Blattes *Palæoblattina Douvillei*, la dédiant à M. Douvillé, professeur à l'École des Mines de Paris.

» Les géologues considèrent comme identiques les grès de May et de Jurques, dans le Calvados, qui appartiennent au silurien moyen; tandis que les schistes de l'île de Gotland appartiennent au silurien supérieur. L'aile de Blattide dont nous venons de parler serait donc encore plus ancienne que le Scorpion décrit par le professeur Lindström. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un verre cristallifère des houillères embrasées de Commentry*. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« A la suite d'une excursion géologique que je fis dans le département de l'Allier, avec les élèves du Muséum, le savant directeur des mines de Commentry, M. H. Fayol, me remit la collection des produits recueillis dans les incendies spontanés des houillères. Parmi les échantillons les plus remarquables de cette série, qui sera décrite complètement ailleurs, j'en ai distingué qui me paraissent dignes d'être signalés sans plus attendre à l'Académie. Ils proviennent de l'affleurement de Saint-Front et consistent, pour qui les observe à l'œil nu, en masses vitreuses tout à fait comparables aux obsidiennes et aux perlites, et dérivent évidemment, par voie ignée, des roches schisteuses.

» Toutefois, dès qu'on en place sous le microscope une lamelle convenablement amincie, on reconnaît que cette substance est loin d'être entièrement amorphe. Dans un verre brunâtre, à peu près inactif sur la lumière polarisée, et tout traversé de fissures en sens divers, se présentent des microlithes assez variés. Je mentionnerai d'abord des amas plus ou moins globulaires, de couleur sombre, et qui, sous de forts grossissements, se montrent riches en filaments analogues à ceux des dendrites profondes, comme on en voit dans les agates mousseuses. D'autres microlithes sont pourvus de formes cristallines; je décrirai rapidement les principaux.

» Le minéral le plus apparent et le plus répandu se présente en grains brunâtres plus foncés que la nuance générale du verre qui les empâte, et dont la dimension moyenne est de $0^{mm},07$ à $0^{mm},08$. Leur absence de dichroïsme, la forme très caractéristique de leur contour et les angles d'extinction de quelques-uns d'entre eux permettent de rattacher ces grains au pyroxène augite. Au grossissement de 180 diamètres, on observe dans leur masse un très grand nombre de petits points noirs opaques, sans formes définies, et qu'on peut croire charbonneux. Ces grains sont parfois disposés en auréoles parallèles au contour du cristal qui les contient. Une autre particularité très remarquable, visible au même grossissement, concerne la forme même des contours cristallins, qui, au lieu d'être composés de lignes droites, se montrent modifiés par des séries de dents de scies plus ou moins irrégulières, donnant aux grains un aspect *déchiqueté* tout à fait spécial.

» Un second minéral, extrêmement visible, se présente en prismes mâclés, d'une longueur tout à fait uniforme et voisine de $0^{mm},06$. Ces cristaux, de nuance plus claire que les précédents, exercent une action très nette sur la lumière polarisée. Dans la zone de l'allongement, ils s'éteignent parallèlement, à la manière de l'enstatite. En divers points, ce minéral est intimement associé aux lamelles augitiques; il semblerait même qu'il ait servi de centre d'attraction à la substance de celles-ci. Souvent la double aiguille paraît être parallèle aux côtés ou aux diagonales des lamelles rhombiques.

» On doit noter la présence de quelques cristaux, beaucoup plus rares que les précédents, limpides et prismatiques, appartenant encore très certainement au groupe pyroxénique; ils sont tantôt isolés, tantôt groupés entre eux.

» Un minéral feldspathique moins abondant que l'augite se rencontre dans le verre de Commentry, en cristaux aciculaires, atteignant $0^{mm},25$ de longueur, mâclés et très actifs sur la lumière polarisée. En divers points, on trouve des cristaux de ce genre, bien caractérisés, s'éteignant vers 45° comme l'anorthite. Ce feldspath s'est rencontré en noyaux cristallins, autour desquels les microlithes de pyroxène sont particulièrement nombreux. Ces agrégats peuvent atteindre une dimension assez grande; j'en ai noté de plus de $1^{mm},5$.

» De pareilles régions, où le feldspath et le pyroxène sont intimement associés ([1]), constituent, à l'échelle microscopique, de vraies roches cristallines, comparables à celles que rejettent les volcans et dont l'origine est ici bien évidente : des schistes soumis à la forte chaleur des incendies de houillères ont été vitrifiés, et le verre produit, soumis longtemps à une température peu inférieure à celle qui l'aurait fondu, s'est dévitrifié plus ou moins complètement suivant les points. Les échantillons de Saint-Front me paraissent préciser, mieux que beaucoup d'autres, les conditions thermométriques de cette synthèse du pyroxène et de l'anorthite, et l'on peut se demander si la vitrification primitive des schistes houillers n'a pas été réalisée sans fusion véritable, ou du moins sans liquéfaction complète. Il est facile, en effet, de reconnaître au microscope que le verre cristallifère a conservé la structure rubanée si fréquente dans les thermantides qui l'accompagnent. Les microlithes y sont disposés en bandes grossièrement

---

([1]) Je rappellerai que M. Mallard a déjà appelé l'attention sur des produits analogues (*Comptes rendus*, t. XCII, p. 933).

parallèles entre elles, mais sans y affecter l'orientation générale qui caractérise la fluidalité. »

M. F. Griveaux adresse une Note relative aux résultats fournis par la méthode du potentiomètre de Clarke, appliquée à la mesure de la force électromotrice développée par l'action d'un faisceau lumineux sur une plaque d'argent couverte d'une couche d'un sel d'argent.

M. Chapel adresse une nouvelle Note relative aux coïncidences observées entre l'apparition des lueurs crépusculaires et la rencontre de la Terre avec certains essaims d'astéroïdes.

M. F. Laur adresse de nouvelles Communications relatives à l'influence des variations barométriques brusques, sur les tremblements de terre et les phénomènes éruptifs.

L'auteur insiste sur les preuves que lui paraissent offrir, en faveur de sa théorie, les mouvements du sol qui se sont produits récemment en Espagne.

M. A. Wichers adresse, d'Amsterdam, une Note, écrite en hollandais, sur une question d'Analyse mathématique.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 29 décembre 1884.

Ministère de la Marine et des Colonies. Compte général de l'administration de la justice maritime pendant les années 1880, 1881 *et* 1882. Paris, impr. nationale, in-4°. (Trois exemplaires.)

Bureau central météorologique de France. Rapport du Comité central météorologique international. Réunion de Copenhague, 1882. Paris, Gauthier-Villars, 1884; in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Annales du Bureau central météorologique de France, publiées par M. E. Mascart, année 1881 : II, *Bulletin des observations françaises et Revue climatologique;* année 1882; I, *Etude des orages en France et Mémoires divers;* III, *Pluies en France;* IV, *Météorologie générale*. Paris, Gauthier-Villars, 1883-1884; 4 vol. in-4°. (Présenté par M. Mascart.)

Notes sur les organes élastiques de l'aile des oiseaux; par MM. Ch. Robin et L. Chabry. Paris, sans date; br. in-8°. (Extrait du *Journal de l'Anatomie et de la Physiologie*.)

Les moteurs à gaz; par M. G. Richard. Paris, Vve Dunod, 1885; in-8° avec atlas. (Présenté par M. Haton de la Goupillière.)

Singulière apparence offerte dans une partie de sa longueur par le bois d'une tige de chêne; par M. D. Clos. Toulouse, impr. Douladoure-Privat. (Extrait des *Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse.*)

Rapport sur le service médical de la Compagnie générale transatlantique pendant le choléra de 1884; *par* le Dr Sirus-Pirondi. Marseille, typ. et lith. Barlatier-Feissat, 1884; br. in-8°. (Présenté par M. Vulpian.)

Le problème d'Euler et les carrés magiques; par M. Frolow (traduit du russe). Saint-Péterbourg, impr. Trenké et Fusnot, 1884; in-8°, avec atlas.

Publications of the Washburn observatory of the University of Wisconsin; vol. II. Madison, Wisconsin, 1884; in-8° relié.

United States Commission of fish and fisheries; Part IX. *Report of the Commissioner for* 1881. Washington, Government printing office, 1884; in-8° relié.

Das Gehörorgan der wirbelthiere morphologisch-histologische Studien von Gustaf Retzius. II. *Das Gehörorgan der Reptilien, der Vögel und der Säugethiere.* Stockholm, Samson et Wallin, 1884; in-4°.

FIN DU TOME QUATRE-VINGT-DIX-NEUVIÈME.